BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

638
8
1

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut-Protecteur : S. M. le Roi

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

1911

218746

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 19 JANVIER 1910

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

JUN 14 1910
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

—

1910

SOCIÉTÉ BELGE

DE

GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Fondée à Bruxelles, le 17 février 1887

COMPOSITION DU BUREAU, DU CONSEIL ET DES COMITÉS

POUR 1910

Président :

M. Aimé RUTOT (1909-1910), Ingénieur honoraire des Mines, Géologue, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences.

Vice-Présidents :

MM. A. HANKAR-URBAN (1910), Directeur général de la Société anonyme des Carrières de porphyre de Quenast.

E. MAILLIEUX (1910), Paléontologiste.

M. MOURLON (1910), Membre de l'Académie royale des Sciences, Directeur du Service géologique de Belgique.

M. RABOZÉE (1910), Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École militaire.

Secrétaire général honoraire :

M. Ernest van den BROECK, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Secrétaire général :

M. le Baron Léon GREINDL (1907-1910), Capitaine commandant d'État-Major, Professeur à l'École de Guerre.

Secrétaire :

M. C. VAN DE WIELE (1909-1910), Docteur en médecine.

Délégués du Conseil :

MM. Louis DOLLO (1908-1911), Professeur à l'Université libre, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle.

Th. GILBERT (1910-1912), Docteur en médecine.

le R. P. Gaspar SCHMITZ S. J. (1909-1912), Professeur de géologie, Directeur du Musée géologique des bassins houillers belges.

J. WILLEMS (1907-1910), Major du Génie.

Membres du Conseil :

MM. R. D'ANDRIMONT (1910-1911), Ingénieur géologue, Ingénieur des Mines, Professeur à l'Institut agricole de Gembloux.

J. CORNET (1909-1910), Professeur à l'École des Mines et Faculté polytechnique du Hainaut.

L. GERARD (1910-1911), Ingénieur électricien, ancien Professeur à l'Université libre.

E. LAGRANGE (1909-1910), Docteur en sciences physiques et mathématiques, Professeur émérite à l'École militaire.

E. PUTZEYS (1910-1911), Ingénieur en chef des Travaux de la ville de Bruxelles.

X. STAINIER (1909-1910), Professeur à l'Université de Gand.

Trésorier :

M. F. HALET (1909-1912), Attaché au Service géologique.

Bibliothécaire :

M. L. DEVAIVRE (1907-1910), Secrétaire du Service géologique.

Comité de publication :

MM. E. CUVELIER (1907-1910), Major du Génie.

V. JACQUES (1907-1910), Docteur en médecine.

A. KEMNA (1907-1910), Directeur de la Société anonyme des Travaux d'eau à Anvers.

Comité de vérification des comptes .

MM. L. BAUWENS (1909-1910).

Th. GILBERT (1909-1910).

G. PAQUET (1909-1910).

LISTE GÉNÉRALE

DES

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

ARRÊTÉE AU 1er JANVIER 1910 (1)

Membre Protecteur.

M. Ernest SOLVAY, Industriel, à Bruxelles.

Membres Honoraires.

1 * BARROIS, Ch., Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 37, rue Pascal, à Lille, et rue Chomel, 9, à Paris (VII).

2 BERTRAND, C.-Eg., Correspondant de l'Institut, Professeur de botanique à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 6, rue d'Alger, à Amiens.

3 BONNEY, Rév. Thomas George, Professeur de géologie et de minéralogie à University College, 9, Scroope Terrace, Cambridge.

4 BRÖGGER, W. C., Professeur à l'Université de Christiania.

5 * CAPELLINI, Giovanni (le Commandeur), Professeur de géologie à l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).

6 CHOFFAT, Paul, Attaché au Service géologique de Portugal, 113, rua do Arco a Jesus, à Lisbonne (Portugal).

7 CREDNER, Dr Hermann, Geh. Ober.-Bergrat., Directeur du Service royal géologique de Saxe, Professeur à l'Université de Leipzig.

8 * DOLLFUS, Gustave, ancien Président de la *Société géologique de France*. Collaborateur principal au service de la Carte géologique de France, 45, rue de Chabrol, à Paris (X).

---

(1) Les noms des **fondateurs** se trouvent, dans la liste ci-dessous, précédés d'un astérisque *. Les noms des *membres à vie* sont précédés de deux astérisques **.

9 DUBOIS, Eugène, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université d'Amsterdam, Conservateur au Musée Teyler de Haarlem, 45, Zylweg, à Haarlem.

10 * GEIKIE, Archibald, F. R. S., ancien Directeur général des services géologiques de Grande-Bretagne et d'Irlande, Shepherd's Down; Haslemere, Surrey (England).

11 * GEIKIE, James, LL. D.; F. R. S., Professeur de géologie et de minéralogie à l'Université d'Édimbourg, Kilmorie, 83, Colinton Road, Edinburgh.

12 * GOSSELET, Jules, Correspondant de l'Institut de France, Doyen et Professeur honoraire de géologie de la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 18, rue d'Antin, à Lille.

13 HARMER, Frédéric W., Oakland House, Cringleford, près Norwich (Angleterre).

14 HEIM, Alb., Professeur à l'Université de Zurich, à Hottingen (Zurich).

15 HUGHES, Thomas Mac Kenny, Professeur de géologie à l'Université de Cambridge, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge (Angleterre).

16 ISSEL, Arthur, Professeur à l'Université, 16, Via Brignole Deferrari, à Gênes.

17 * JONES, Thomas Rupert, F. R. S., Penbryn, Chesham Bois Lane, Chesham-Bucks (England).

18 JUDD, John W., Professeur de géologie au Collège royal des sciences, Orford Lodge, 30, Cumberland Road, Kew.

19 KARPINSKY, Alex. Petrow., Membre de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, Directeur du Comité géologique de Russie, Professeur à l'École des Mines, à Saint-Pétersbourg.

20 KOENEN (A. VON), Dr, Geheimer-Bergrath, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Göttingen (Allemagne).

21 LAMBERT, Jules, Paléontologiste, Président du Tribunal civil, 57, rue Saint-Martin, à Troyes (Aube), France.

22 * LOEWINSON-LESSING, F., Professeur de minéralogie et de géologie à l'Institut polytechnique de Saint-Pétersbourg, Sosnovka, à Saint-Pétersbourg.

23 LORIÉ, J., Docteur ès sciences, Privatdocent à l'Université, 18, Oudkerkhof' à Utrecht (Pays-Bas).

24 MARTEL, E.-A., Secrétaire général de la *Société de Spéléologie,* 23, rue d'Aumale, à Paris (IX).

25 MICHEL LÉVY, A., Membre de l'Institut de France, Directeur du service de la Carte géologique de France, 26, rue Spontini, à Paris (XVI).

26 PAVLOW, Alexandre.-W., Professeur à la Haute-École des ingénieurs, Docent à l'Université de Moscou et Collaborateur du Comité géologique, Tverskaja, Savinskoie podvorie, nº 10, à Moscou (Russie).

27 PAVLOW, Alexis, Professeur à l'Université, Moscou.

28 * ROSENBUSCH, H., Dr, Professeur de géologie à l'Université d'Heidelberg.

29 SACCO, Federico, Professeur de paléontologie à l'Université royale de Turin, Castello del Valentino, à Turin.

30 SUESS, Édouard, Professeur à l'Université de Vienne.

31 TEALL, J. J. Harris, Directeur général des Services géologiques de Grande-Bretagne et d'Irlande, 28 Jermyn Street, à Londres.

32 THORODDSEN, Th., Dr Phil., Professeur honoraire, 27 Aa boulevard, Copenhague.

33 TIETZE, Em. Hofrat, Directeur du K. K. geologische Reichsanstalt, à Vienne.

34 TRAQUAIR, R. H., M. D., LL. D., F. R. S., Conservateur des collections d'histoire naturelle au Musée des Sciences et des Arts, à Édimbourg (Écosse).

35 WEINSCHENK, Ernest, Dr, Professeur de pétrographie à l'Université de Munich.

36 WHITAKER, William, F. R. S., Chairman of the Sanitary Institute. Freda, 3, Campden Road, à Croydon.

37 WOODWARD, Arthur-Smith, Conservateur au Département géologique du British Museum of Natural History, 4, Scarsdale Villas, Kensington W., à Londres.

38 ZIRKEL, Prof. Dr F., Professeur honoraire de géologie à l'Université de Leipzig, 2*a*, Königstrasse, à Bonn a/R.

Membres Associés Étrangers.

1 ABEL, Dr, Othenio, Sektionsgeologe der K. K. geologischen Reichsanstalt, Professeur extraordinaire de Palaeontologie à la K. K. Universität, 2, Jenullgasse, à Vienne (XIII).

2 ARCTOWSKI, H., Géologue, Attaché à l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle.

3 BOULE, Marcellin, Professeur de paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, 3, place Valhubert, à Paris (V).

4 BRUNHES, Jean, Professeur agrégé de l'Université de France, Professeur de géographie aux Universités de Fribourg et de Lausanne, clos Ruskin, à Fribourg (Suisse).

5 CAYEUX, Lucien, Docteur en sciences, Professeur à l'École nationale supérieure des mines et à l'Institut national agronomique, 6, place Denfert-Rochereau, à Paris (XIV).

6 * DUNIKOWSKI (Émile, Chevalier DE), Dr Phil., Privatdocent à l'Université de Lemberg (Galicie).

7 * FORESTI, Ludovico, Docteur en médecine, Aide-naturaliste de géologie et de paléontologie au Musée de l'Université de Bologne (Italie).

8 GOLLIEZ, H., ancien Professeur de géologie à l'Université de Lausanne, 51, Muristrasse, à Berne.

9 HOLZAPFEL, Dr Édouard, Professeur à l'École technique supérieure, Herderstrasse, 30, Strasbourg i/E.

10 LOTTI, Bernardino, Docteur, Ingénieur au Corps des Mines, à Rome.

11 MEUNIER, Stanislas, Professeur de géologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 3, quai Voltaire, à Paris (VIII).

12 MONTESSUS DE BALLORE (DE), Directeur du Service séismologique de la République du Chili, à Santiago (Chili).

13 PICARD, Karl, Membre de diverses Sociétés savantes, Nordhauserstrasse, 2, à Sondershausen (Allemagne).

14 POHLIG, Dr Hans, Professeur à l'Université de Bonn (Prusse), 43, Ruiterstrasse, à Bonn.

15 * REID, Clément, F. G. S., Attaché au Service géologique de la Grande-Bretagne, 28, Jermyn-Street, London S. W.

16 SCHARDT, Professeur de géologie à l'Académie de Neuchâtel, à Veytaux (Canton de Vaud, Suisse).

17 STEINMANN, G., Professeur à l'Université de Bonn, 98, Poppelsdorfer Allée.

18 STURTZ, B., Directeur du Comptoir minéralogique et paléontologique de Bonn, 2, Riesstrasse, à Bonn.

19 TOUTKOWSKI, Paul, Conservateur du Cabinet minéralogique et géologique de l'Université de Kiew, 46, boulevard de Bibikow, à Kiew (Russie).

Membres effectifs.

1° *Membres à perpétuité.*

1 Administration communale de la VILLE D'ANVERS. (Bibliothèque de la Ville, place Conscience, à Anvers.)

2 Administration communale de la VILLE DE BRUXELLES.

3 Administration communale de la VILLE DE VERVIERS. (*Délégué :* M. Sinet.)

4 Administration communale de la VILLE DE BINCHE. (*Délégué :* M. le Dr Hallez.)

5 Administration communale de la VILLE DE GAND.

6 Administration communale de la VILLE D'OSTENDE. (*Délégué :* M. Verraert.)

7 HOSPICES ET SECOURS DE LA VILLE DE BRUXELLES (Administration des). (*Délégué :* M. Georges Vellut, Ingénieur.)

8 Institut géologique de l'UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN. (*Délégué :* M. l'abbé A. Salée.)

9 Maison SOLVAY & Cie, Industriels, à Bruxelles.

10 Société anonyme des TRAVAUX D'EAU, à Anvers. (*Délégué :* M. Ad. Kemna.)

11 Société des CHARBONNAGES DE MONCEAU-FONTAINE, à Monceau-sur-Sambre. (*Délégué :* M. Vital Moreau.)

12 Société anonyme des CHARBONNAGES DE BASCOUP. (*Délégué :* M. Léon Guinotte.)

13 Société anonyme des CHARBONNAGES DE HORNU ET WASMES, à Wasmes. (*Délégué :* M. Gédéon Deladrière.)

14 Société anonyme des CHARBONNAGES DE MARIEMONT. (*Délégué :* M. Raoul Warocqué.)

15 Société anonyme du CHARBONNAGE DU BOIS D'AVROY, à Sclessin-Ougrée (Liége). (*Délégué :* M. Bogaert, Hilaire, 201, quai de Fragnée, Liége.)

16 Compagnie des CHARBONNAGES BELGES, à Frameries.

17 Société anonyme des CHARBONNAGES UNIS DE L'OUEST DE MONS, à Boussu. (*Délégué :* M. Arthur Dupire.)

18 Société anonyme des CHARBONNAGES DE COURCELLES-NORD, à Courcelles. (*Délégué :* M. L. Heuseux.)

19 Société anonyme des CHARBONNAGES DE DAHLBUSCH, à Rotthausen. Bureau à Bruxelles, 10, rue de Spa.

2° *Membres effectifs.*

20 ALIMANESTIANO, Constantin, Ingénieur, Directeur de l'Industrie et du Commerce au Ministère des Domaines, Strada Domnei, 27, à Bucarest.

21 ANDERNACK, Jules, 51, rue de Dave, à Jambes (Namur).

22 ANDRIMONT (René D'), Ingénieur des Mines, Ingénieur géologue, Professeur de Géologie à l'Institut agricole de l'État à Gembloux, 19, rue Bonne Fortune, à Liége.

23 ANDROUSSOFF, Professeur de géologie à l'Université de Yourieff (Dorpat).

24 ANNOOT, J.-B., Professeur honoraire à l'Athénée royal de Bruxelles, 78, rue Gallait, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

25 ARRAULT, René, Ingénieur civil, entrepreneur de sondages et de puits artésiens, constructeur d'appareils pour l'intérieur et les colonies, 69, rue Rochechouart, à Paris (IX).

26 ASILE D'ALIÉNÉS DE L'ÉTAT BELGE, à Tournai.

27 AXER, A.-H., Entrepreneur de puits artésiens, 479, chaussée de Jette, à Jette-Saint-Pierre lez-Bruxelles.

28 BAES, L., Chargé de cours à l'Université, 44, avenue Ducpétiaux, à Saint-Gilles.

29 BARLET, H., Ingénieur, chef de Service aux charbonnages de Gosson-Lagasse, à Montegnée.

30 BAUCHAU, Carl, Ingénieur, Directeur gérant des charbonnages de Masse-Diarbois, Ransart.

31 BAUWENS, Léonard, 33, rue de la Vanne, à Bruxelles.

32 BAYET, Adrien, Propriétaire, 33, Nouveau Marché-aux-Grains, à Bruxelles.

33 BAYET (le Bon Ernest), Paléontologiste, à Blevio, province de Como, Italie.

34 BAYET, Louis, Ingénieur, membre de la Commission géologique de Belgique, à Walcourt (province de Namur).

35 BERGERON, Jules, ancien Président de la Société géologique de France, Professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 157, boulevard Haussmann, à Paris (VIII).

36 BERNAYS, Ed., Avocat, 33, avenue Van Eyck, à Anvers.

37 BÉTHUNE (Bon Gaston de), Lieutenant d'Artillerie, répétiteur à l'École militaire, 39, avenue de la Cascade, à Ixelles.

38 BEYAERT, André, Docteur en droit, 113, rue de la Station, à Gand.

39 BEYERINCK, Dr F., ancien Ingénieur des Mines du Gouvernement aux Indes néerlandaises, 10, Charlotte de Bourbonstraat, à La Haye.

40 BIÉVEZ, Edmond, Capitaine du Génie, répétiteur à l'École militaire, rue de l'Orge, 20, à Bruxelles.

41 BOHY, Benoît, Régent de l'École moyenne, à Wavre.

42 BONMARIAGE (le docteur Arthur), 2, rue de la Révolution, à Bruxelles.

43 BOUHY, Victor, Docteur en droit, 58, rue d'Archis, à Liége.

44 BOULANGÉ (l'Abbé), Hydrologue, 88, boulevard Militaire, à Bruxelles.

45 BOURGOIGNIE, Léonce, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur du service spécial de la côte, 11, rue du Quai, à Ostende.

46 BRADFER, Robert, Garde général des Eaux et Forêts, à Saint-Hubert.

47 ** BRANNER, John Casper, Ph. D. Ll. D., Professor of Geology and Vice-President Stanford University, California, U. S. A.

48 BRICHAUX, A., Chimiste à la Société Solvay, 12, avenue Hamoir, à Uccle.

49 BRIEN, Victor, Ingénieur géologue, Ingénieur au Corps des Mines, 24, quai Henvart, à Liége.

50 BRIQUET, Abel, Licencié ès lettres, Avocat à la Cour d'appel, 49, rue Jean de Bologne, à Douai.

51 BUTTGENBACH, H., Administrateur délégué de l'Union minière du Haut-Katanga, 322, avenue Brugmann, à Uccle.

52 BYL-MONTIGNY, E., Astronomo Observatorio Porto-Alegre, Rio Grande do Sul (Brazil).

53 CALLATAY (Écuyer de), Capitaine commandant adjoint d'État-Major, Professeur à l'École militaire, 5, rue Archimède, à Bruxelles.

54 CAMBIER, R., Ingénieur aux Charbonnages Réunis de Charleroi, 6, rue du Laboratoire, à Charleroi.

55 CAMERMAN, Émile, Ingénieur chimiste, 31, square Guttenberg, à Bruxelles.

56 CAMPION, Maurice, Ingénieur des arts et manufactures, Grand'place, à Vilvorde.

57 * CAREZ, Léon, Docteur ès sciences, ancien Président de la Société géologique de France, 18, rue Hamelin, à Paris (XVI).

58 CARTON, Léonard, Ingénieur constructeur, 41, rue du Chambge, à Tournai.

59 CAVALLIER, Directeur des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle).

60 CHABAL, Henry, Ingénieur, 34, rue Ampère, à Paris.

61 CHARGOIS, CH., Professeur à l'Université, 11, rue de l'Orme, à Etterbeek.

62 COGELS, P., Géologue, au Château de Boeckenberg, à Deurne (Anvers).

63 COMPAGNIE INTERCOMMUNALE DES EAUX, 48, rue du Trône, à Bruxelles. (*Délégué* : M. A. Deblon, ingénieur en chef.)

64 CORNET, J., Professeur à l'École des Mines et Faculté polytechnique du Hainaut, 86, boulevard Dolez, à Mons.

65 COSSOUX, N.-V.-Léon, Ingénieur civil, 12, place Armand Steurs, à Bruxelles.

66 COSYNS, G., Docteur en sciences naturelles, Assistant à l'Université libre, 78, avenue Royale-Sainte-Marie, à Bruxelles.

67 CUAU, Charles, Ingénieur civil des Mines, Directeur technique de la Compagnie française des carbures de Séchilienne (Isère), Ingénieur-conseil de la Compagnie des Eaux de Rambouillet, 17, boulevard Pasteur, à Paris.

68 CUPIS, Conducteur de travaux, 130, rue des Coteaux, à Schaerbeek.

69 CUVELIER, Eugène, Major du Génie, Examinateur permanent à l'École militaire, 43, rue Keyenveld, à Ixelles lez-Bruxelles.

70 CUYLITS, Jean, Docteur en médecine, 44, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

71 DAIMERIES, A., Professeur émérite à l'Université libre, 4, rue Royale, à Bruxelles.

72 DAPSENS, Directeur propriétaire de carrières, à Yvoir lez-Dinant.

73 * DAUTZENBERG, Phil., Paléontologiste, ancien Président de la *Société royale zoologique et malacologique de Belgique*, 209, rue de l'Université, à Paris (VII).

74 DAVAL, J., ancien Greffier du Tribunal de commerce, Abbaye Saint-Pantaléon à Saint-Dizier, Haute-Marne (France).

75 DAVREUX, M., Lieutenant d'artillerie, adjoint d'État-Major, 37, rue François Roffiaen, à Ixelles.

76 DE BUSSCHERE, A., Conseiller à la Cour d'appel, 45, rue Lesbroussart, à Ixelles.

77 DE CORT, Hugo, Président de la *Société royale zoologique et malacologique de Belgique*, 4, rue d'Holbach, à Lille (France).

78 DE GRAEF, Joseph, Transporteur maritime, 21, rue Oedenkoven, à Borgerhout lez-Anvers.

79 DE GREEF, H. S.-J., Professeur à la Faculté des Sciences, au Collège Notre-Dame de la Paix, à Namur.

80 DEJARDIN, L., Directeur général des Mines, 102, rue Franklin, à Bruxelles.

81 DELADRIER, Émile, Docteur en sciences, 73, rue du Marteau, à Bruxelles.

82 * DELECOURT-WINCQZ, Jules, Ingénieur-conseil de la Compagnie Internationale de recherches de mines et d'entreprises de sondage, 31, rue Bréderode, à Bruxelles.

83 DELECOURT-WINCQZ, Jules (fils), Ingénieur, 31, rue Bréderode, à Bruxelles.

84 DELÉPINE, G., Professeur à la Faculté libre des sciences, 41, rue du Port, à Lille.

85 DELHAYE, Ferdinand, Ingénieur à la Société anonyme de Merbes-le-Château, Route de Filot, à Hamoir.

86 DELHEID, Ed., Paléontologiste, 63, rue Veydt, à Ixelles lez-Bruxelles.

87 DEMEURE, Édouard, Ingénieur, 53, avenue des Arts, à Bruxelles.

88 DEMOLLIN, Victor, Directeur technique des travaux de la maison Monnoyer, 87, rue du Trône, Ixelles.

89 DE NEUTER, Général-Major commandant la 4e brigade de cavalerie, 9, rue Courte du Jour, à Gand.

90 DENIL, Gustave, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 183, rue des Vennes, à Liége.

91 DE RAECK, Léon, Ingénieur civil des Mines, 245, avenue d'Auderghem, à Bruxelles.

92 DEROOVER, G., Capitaine commandant du Génie en retraite, à Niel lez-Boom.

93 DETHY, Théophile, Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées, 48, rue du Pépin, à Namur.

94 DEULIN, Nestor, Ingénieur, Directeur gérant du charbonnage de l'Épine, à Montignies.

95 DEVREUX, E., Architecte, Bourgmestre de Charleroi, 25, rue du Pont-Neuf, à Charleroi.

96 DEWARICHET, Théophile, Imprimeur, 52, rue de la Montagne, à Bruxelles.

97 DIDERRICH, N., Ingénieur civil des Mines, Membre du Conseil colonial, 64, rue Royale, à Bruxelles.

98 DIDION, J., Constructeur d'appareils de sondages, 32, rue de Joncker, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

99 DIENERT, Frédéric-Vincent, Docteur ès sciences, Chef du service local de surveillance des sources de la ville de Paris, 8, place de la Mairie, à Saint-Mandé (Seine).

100 DOAT, Ingénieur, Directeur de la Compagnie générale des Conduites d'eau, aux Vennes, à Liége.

101 DOCHAIN-BONNET, A., à Couillet.

102 DOCHAIN-DEFER, F., Industriel, à Couillet.

103 DOLLO, Louis, Professeur à l'Université libre, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle, 31, rue Vautier, à Bruxelles.

104 DORLODOT (Chanoine Henry DE), Professeur à l'Université catholique, 44, rue de Bériot, à Louvain.

105 DORLODOT (Jean DE), Ingénieur civil des Mines, château de Floriffoux par Floreffe.

106 DORLODOT (Léopold DE), 83, rue de Montigny, à Charleroi.

107 DOUVILLÉ, Henri, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de Paléontologie à l'École des Mines, 207, boulevard Saint-Germain, à Paris (VII).

108 DOYEN, A., Docteur en sciences, à Geest-Gérompont (Brabant).

109 DUBOIS, E., Ingénieur civil des Mines, 73, rue du Centre à Verviers.

110 DUBREUCQ, René, Capitaine commandant adjoint d'État-Major du régiment des Grenadiers, membre du Conseil colonial, 55, avenue de l'Hippodrome, à Ixelles lez-Bruxelles.

111 DUMON, H., Directeur de la Société des Carrières Dumon et Cie, faubourg de Valenciennes, à Tournai.

112 DUMONT, André, Professeur d'exploitation des Mines, à l'Université catholique, 18, rue des Joyeuses-Entrées, à Louvain.

113 ** DUPONT, Édouard, Membre de l'Académie royale des Sciences, Directeur honoraire du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à Boitsfort.

114 * DURAFFOUR, Ferdinand, Entrepreneur de sondages, 35, rue Saint-Martin, à Tournai.

115 DURIEUX, Charles, Ingénieur agricole, Garde général des Eaux et Forêts, 14, avenue Royale Sainte-Marie, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

116 DUTERTRE, Émile, Docteur en médecine, 12, rue de la Coupe, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais), France.

117 DUVIGNEAUD, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 39, rue de la Station, à Marche.

118 DUYK, Chimiste au Ministère des Finances, 121, rue Émile Banning, à Bruxelles.

119 ENSCH, Norbert, Dr en médecine, chef de Service d'hygiène et de médecine préventive de Schaerbeek, 38, rue Henri Bergé, à Bruxelles.

120 ERENS, Alphonse, Docteur en sciences naturelles, Villa Strabbeek, à Houthem, près Fauquemont (Limbourg hollandais).

121 EXSTEENS fils, 21, rue de Loxum, à Bruxelles.

122 * FALK, Henry, Libraire éditeur, 12A, rue des Paroissiens, à Bruxelles.

123 FAVAUGE (C.-A. DE), Ingénieur civil, à Westende.

124 FIEVEZ, Ch., 4, chaussée de Malines, à Vilvorde.

125 FISCH, A., 70, rue de la Madeleine, à Bruxelles.

126 FORAKY, Société anonyme belge d'entreprises de forage et fonçage. (*Délégué :* M. Meganck, Ingénieur, 12, rue du Congrès, à Bruxelles.)

127 FOURMARIER, Paul, Ingénieur géologue, Ingénieur au Corps des Mines, Répétiteur à l'Université, 138*bis* avenue de l'Observatoire, à Liége.

128 FOURNIER, dom Grégoire, O. S. B. de l'Abbaye de Maredsous, Supérieur de la « Maison de Maredsous », 55, boulevard de Jodoigne extérieur, à Louvain.

129 FOURNIER, Professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Besançon (Doubs).

130 FRAIPONT, Ch., Ingénieur des Mines, 35, rue Mont-Saint-Martin, à Liége.

131 FRANCQ, Alfr., Ingénieur, 95, rue Froissard, à Bruxelles.

132 FRANKOWSKY, Ingénieur, rue Léopold de Wael, à Anvers.

133 * FRIREN, Auguste, Chanoine honoraire, Professeur au Petit Séminaire, 41, rue de l'Évêché, à Metz (Alsace-Lorraine).

134 FRITSCH, Dr Ant., Professeur à l'Université de Prague, 66, Wenzelplatz, à Prague.

135 GERARD, L., Ingénieur électricien, ancien Professeur à l'Université, 102, avenue de Tervueren, à Bruxelles.

136 GÉRIMONT, Pierre, Ingénieur chimiste, à Rijckevorsel (province d'Anvers).

137 ** GIBBS, William B., Membre de diverses Sociétés savantes, Thornton, Beulah Hill, Upper Norwood, à Londres.

138 GILBERT, Théod.-A.-F., Docteur en médecine, 55, rue de la Concorde, à Bruxelles.

139 GILLET, Ingénieur de la Résidence royale, 109, rue de Molenbeek, à Laeken.

140 GILSON, G., Directeur du Musée royal d'Histoire naturelle, 31, rue Vautier, à Ixelles lez-Bruxelles.

141 GILSON, V., Docteur en sciences, Professeur à l'Athénée royal, 39, rue de Varsovie, à Ostende.

142 GOBLET D'ALVIELLA (comte Eugène), Propriétaire, au château de Court-Saint-Étienne, et 10, rue Faider, à Bruxelles.

143 GODY, L., Professeur à l'École Militaire, 85, rue du Viaduc, à Ixelles lez-Bruxelles.

144 GOFFINET, J., Ingénieur, 28, boulevard du Régent, à Bruxelles.

145 GOLDSCHMIDT, Robert, Docteur en sciences, 54, avenue des Arts, à Bruxelles.

146 GRÉGOIRE, Achille, Ingénieur agricole, Chef du Service chimique à l'Institut chimique et bactériologique de l'État, à Gembloux.

147 GREINDL (Bon Léon), Capitaine commandant d'État-Major, Professeur à l'École de guerre, 19, rue Tasson-Snel, à Bruxelles.

148 ** GREINER, Ad., Directeur général de la Société Cockerill, à Seraing.

149 GRÖBER, Paul, Docteur en sciences, 30, Pfargasse, à Strassburg-Ruprechtsau.

150 GROSSOUVRE (A. DE), Ingénieur en chef au corps des Mines, à Bourges (France).

151 GUEQUIER, J., Docteur en sciences naturelles, Préparateur à l'Université de Gand, 28, rue Thérésienne, à Gand.

152 HABETS, P., Directeur gérant de charbonnage, 33, Avenue Blonden, à Liége.

153 HALET, Frans, Ingénieur, attaché au Service géologique de Belgique, 5, rue Simonis, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

154 HANKAR-URBAN, Albert, Ingénieur, Directeur général de la Société anonyme des Carrières de porphyre de Quenast, 24, rue de Turin, à Bruxelles.

155 HANNON, Ed., Ingénieur, 86, rue Henri-Wafelaerts, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

156 HANREZ, Prosper, Ingénieur, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

157 HANS, J., Ingénieur civil, 119, rue du Commerce, à Bruxelles.

158 HARDENPONT, L., ancien Sénateur, rue du Mont-de-Piété, à Mons.

159 HASSE, Georges, Médecin vétérinaire du Gouvernement, 28, avenue de la Chapelle, Berchem (Anvers).

160 HAVERLAND, Eug., Architecte, à Virton (Luxembourg).

161 HEGENSCHEID, Alfred, Docteur en sciences, Professeur à l'École normale de Bruxelles, 30, rue Gauthier, à Molenbeek-Saint-Jean lez-Bruxelles.

162 HENRICOT, Émile, Industriel, Sénateur, à Court-Saint-Étienne.

163 ** HENROZ, G., Administrateur délégué de la Société anonyme de et à Merbes-le-Château.

164 HERMANS, Jean-Baptiste, Ingénieur en chef, Chef de service aux Voies et Travaux, 35, rue Van Oost, à Schaerbeek.

165 HEUSEUX, L., Ingénieur, Directeur gérant des Charbonnages de Courcelles-Nord, à Courcelles.

166 HOMBLÉ, Henri, Ingénieur agronome, Professeur de sciences naturelles à l'Institut agricole de Koueï-lin (province de Kouang-Si), 10, rue Edelinck, à Anvers.

167 HOUBA, L., Secrétaire communal de la Résidence royale de Laeken, 159, rue Thielemans, à Laeken.

168 ** HOUZEAU DE LEHAIE, Auguste, Sénateur, ancien Président de la *Société royale belge de Géographie*, Château de l'Ermitage, à Mons.

169 * IDIERS, Fernand, Industriel, à Auderghem.

170 IMBEAUX, Édouard, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Docteur en médecine, 18, rue Sainte-Cécile, à Nancy.

171 INSTITUT GÉOLOGIQUE DE LA TECHNISCHE HOCHSCHULE (*Délégué :* M. le Professeur Dannenberg, Directeur de l'Institut), à Aix-la-Chapelle.

172 INSTITUT PROVINCIAL D'HYGIÈNE ET DE BACTÉRIOLOGIE DU HAINAUT, à Mons (*Délégué :* M. Herman, Directeur).

173 JACOBS, Fernand, Président de la *Société belge d'Astronomie*, rue des Chevaliers, 21, à Bruxelles.

174 * JACQUES, Victor, Docteur en médecine, Secrétaire général de la *Société d'Anthropologie de Bruxelles*, 42, rue du Commerce, à Bruxelles.

175 JANET, Charles, Docteur ès sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien Président de la *Société zoologique de France*, 71, rue de Paris, Voisinlieu, Beauvais (Oise).

176 JANSON, Paul, Avocat, Membre de la Chambre des Représentants, 73, rue De Facqz, à Bruxelles.

177 JÉROME, Alex., Professeur à l'Athénée, Secrétaire général de la *Société géologique du Luxembourg*, 59, rue Saint-Jean, à Arlon.

178 JOHNSTON-LAVIS, H.-J., Professeur agrégé de l'Université royale de Naples, à Beaulieu (Alpes-Maritimes, France). En été : Villa Minima, à Vittel (Vosges).

179 JONKER, Dr H.-G., Professeur extraordinaire de paléontologie et de géologie historique, à l'École supérieure technique de Delft, 25, Amalia van Solmsstraat, à La Haye.

180 KAISIN, Félix, Docteur en sciences naturelles, Professeur à l'Université de Louvain.

181 KEMNA, Ad., Directeur de la Société anonyme des Travaux d'eau, 6, rue Montebello, à Anvers.

182 KERSTEN, Joseph, Ingénieur, Inspecteur général des Charbonnages patronnés par la *Société générale de Belgique*, 43, avenue Brugmann, à Bruxelles.

183 KESTENS, Capitaine commandant d'artillerie adjoint d'État-Major, détaché au Service du Gouvernement argentin, Casilla Correo, 1384, à Buenos-Aires.

184 KLEIN, Ingénieur attaché au Service géologique du Sud du Limbourg hollandais à Heerlen (Limbourg hollandais).

185 KLINGE, J., Ingénieur. A la Société des Ingénieurs à Lima (Pérou).

186 KONTKOWSKI (DE), Eugène, Colonel du Génie, Ingénieur, 56, Fontanza, à Saint-Pétersbourg.

187 KRANTZ, Fritz, Dr Phil., Propriétaire du Comptoir minéralogique rhénan, 36, Herwarthstrasse, à Bonn-s/Rhin.

188 KRENDEFF, Assain, Ingénieur de section au Service des Ponts et Chaussées, à Kustendil (Bulgarie).

189 KRUSEMAN, Henri, Ingénieur, rue Africaine, 24, à Bruxelles.

190 * KUBORN, Hyacinthe, D. M., membre titulaire de l'Académie royale de médecine, Professeur émérite à l'Université, 33, rue de Colard, à Seraing.

191 LAGRANGE, Eug., Docteur en sciences physiques et mathématiques, Professeur émérite de physique à l'École militaire, 60, rue des Champs-Élysées, à Ixelles lez-Bruxelles.

192 LAHAYE, Charles, Ingénieur en chef Directeur honoraire des Ponts et Chaussées, 34, rue de Pascale, à Bruxelles (Q.-L.).

193 LAMBERT, Paul, Propriétaire, 252, rue de la Loi, à Bruxelles.

194 LAMEERE, Auguste, Professeur à l'Université libre, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, 10, avenue du Haut-Pont, à Bruxelles.

195 LAMPE, D., Ingénieur civil, 123, avenue de la Toison d'Or, à Bruxelles.

196 LARMOYEUX, Ernest, Ingénieur principal honoraire des Mines, 7, rue du Bailli, à Bruxelles.

197 LATINIS, Léon, Ingénieur expert, à Seneffe.

198 LATINIS, Victor, Ingénieur civil, 111, avenue Georges-Henri, Bruxelles.

199 LAUR, Francis, Ingénieur civil des Mines, 26, rue Brunel, à Paris (XVII).

200 LECHIEN, Adolphe, Ingénieur en chef, Directeur de service aux Chemins de fer de l'État, 32, rue Botanique, à Bruxelles.

201 ** LE COUPPEY DE LA FOREST, M., Ingénieur des améliorations agricoles, Auditeur au Conseil supérieur d'hygiène de France, Collaborateur de la Carte géologique de France, 8, rue du Boccador, à Paris (VIII).

202 LEFEBVRE, Jules, Lieutenant du Génie, 12, rue Joseph Bal, à Berchem lez-Anvers.

203 LEGRAND, Ingénieur en chef, Directeur des travaux des Charbonnages réunis, 52, rue Roton, à Charleroi.

204 LEGRAND, Charles, Ingénieur-conseil, 47, rue des Palais, à Bruxelles.

205 LEGRAND, Louis, Ingénieur, 13, quai Mativa, à Liége.

206 LEJEUNE DE SCHIERVEL, Ch., Ingénieur, 12, rue Stévin, à Bruxelles.

207 LEMAIRE, Emmanuel, Ingénieur au Corps des Mines, 116, boulevard Charles-Sainctelette, à Mons.

208 ** LE MARCHAND, Augustin, Ingénieur civil, 2, rue Traversière, aux Chartreux, à Petit-Quévilly (Seine Inférieure), France.

209 * LEMONNIER, Alfred, Ingénieur, 60, boulevard d'Anderlecht, à Bruxelles.

210 LERICHE, Maurice, Maître de Conférences à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 159, rue Brûle-Maison, à Lille (France).

211 LEYDER, Capitaine commandant, Bibliothécaire du Département de la Guerre.

212 LIMBURG-STIRUM (Cte Ad. DE), Membre de la Chambre des Représentants, 23, rue du Commerce, à Bruxelles.

213 LION, Jules, Ingénieur hydrologue, 40, rue du Four, à Paris.

214 LIPPMANN, Édouard, Ingénieur civil, Entrepreneur de puits artésiens et sondages, 47, rue de Chabrol, à Paris (X).

215 LOHEST, Maximin, Professeur à l'Université de Liége, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, 46, Mont-Saint-Martin, à Liége.

216 * LONQUÉTY, Maurice, Ingénieur civil des Mines, 16, place Malesherbes, à Paris.

217 LOPPENS, Georges, Ingénieur provincial, 42, quai de la Boverie, à Liége.

218 LUCAS, Walthère, Ingénieur chimiste, 43, rue d'Edimbourg, à Bruxelles.

219 MAILLIEUX, Eugène, 12, rue de la Station, à Couvin.

220 MALAISE, Constantin, Membre de l'Académie royale des Sciences, Vice-président de la Commission géologique, Professeur émérite à l'Institut agricole de l'État, rue Latérale, à Gembloux.

221 MARBOUTIN, Félix, Chef adjoint du Service chimique de l'Observatoire de Montsouris 78 boulevard Saint-Michel, à Paris (VI).

222 MARCHADIER, L., Directeur du Laboratoire de surveillance de la station municipale filtrante de l'Epau, au Mans (Sarthe, France)

223 MARGERIE (Emmanuel DE), Géologue et Géographe, ancien Président de la Société géologique de France, 44, rue de Fleurus, à Paris (VI).

224 MASSART, Capitaine commandant d'artillerie, adjoint d'État-Major, au 2e régiment d'artillerie, à Malines

225 MASSEAUX, Directeur de l'École industrielle de Schaerbeek, 220, rue Rogier, à Schaerbeek.

226 MASSON, Ch., Directeur du Laboratoire d'analyses de l'État belge, à Gembloux.

227 MATHIEU, Émile, Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École Militaire 91, chaussée Saint-Pierre, à Bruxelles.

228 MÉLOTTE, J., Ingénieur des Ponts et Chaussées, 67, rue Conscience, à Anvers.

229 MERSCH, Jules, Docteur ès sciences, 74, avenue Dupétiaux, à Saint-Gilles.

230 MESENS, Ed., Sénateur, 79, rue des Rentiers, à Etterbeek lez-Bruxelles.

231 MESSENS, Ingénieur des Mines de la Vieille-Montagne, à Baelen-Wezel (Anvers).

232 MEUNIER, Em., rue des Écoles, à Givet (France).

233 MIEG, Mathieu, Rentier, 48, avenue de Modenheim, à Mulhouse (Alsace).

234 MOENS, Jean-F.-J., Avocat, à Lede, près d'Alost.

235 MOLENGRAAFF, Dr G.-A.-F., Géologue de l'État de la République Sud-Africaine du Transvaal, Professeur à l'École supérieure technique de Delft, 43, Stolberglaan, La Haye (Pays Bas).

236 MONGENAST, Charles, ancien Officier d'artillerie, Professeur de mathématiques supérieures, 12, rue des Champs-Elysées à Ixelles lez-Bruxelles.

237 MONICH, Ingénieur hydrologue, 10, place de la Préfecture, Le Mans (Sarthe).

238 MONNOYER, Léon, Président de la Chambre syndicale des matériaux de construction, 409, avenue Louise, à Bruxelles.

239 MONNOYER, Marcel, Entrepreneur de travaux publics, 41, rue Gachard, à Bruxelles.

240 MONTAG, Émile, Employé de commerce, 4, Queens Road, à Rockferry Cheshire, Angleterre.

241 MOREAU, Ingénieur en chef du Service technique provincial, rue des Douze-Apôtres, à Bruxelles.

242 MOURLON, M., Membre de l'Académie royale des Sciences, Directeur du *Service géologique de Belgique*, 107, rue Belliard, à Bruxelles.

243 * MUNCK (Émile DE), Collaborateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, Villa de Val-Marie, à Saventhem.

244 MUSÉE GÉOGRAPHIQUE SCOLAIRE annexé à l'École normale de Charleroi, 34, rue de France, à Charleroi.

245 NAVEZ, L., Homme de lettres, 162, chaussée de Haecht, à Bruxelles.

246 NICKLÈS, René, Professeur adjoint à la Faculté des sciences (Université de Nancy), 41, rue des Tiercelins, à Nancy (France).

247 ** NOETLING, Fritz. Docteur en philosophie, Paléontologiste, Beachholme, Sandy Bay, à Hobart (Tasmania-Australie).

248 NOURTIER, Édouard, Ingénieur directeur du service municipal des eaux de Roubaix et de Tourcoing, 147, rue de Lille, à Tourcoing (France).

249 OEBBEKE, C., Professeur au Laboratoire minéralogique et géologique de l'École technique des Hautes-Études, à Munich.

250 OEHLERT, D.-P., Correspondant de l'Institut de France, Conservateur du Musée national d'Histoire naturelle, 29, rue de Bretagne, à Laval (Mayenne), France.

251 PAQUAY, H., Docteur en médecine, Médecin du Bureau d'Hygiène de la ville de Bruxelles, 23, rue t'Kint, à Bruxelles.

252 PAQUET, Gérard-Th., Capitaine retraité, 74, chaussée de Forest, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

253 PARMENTIER, Gustave, Sous-Lieutenant au 3e régiment d'artillerie, 161, avenue Louise, à Bruxelles.

254 * PASSELECQ, Albert, Ingénieur, Directeur du Charbonnage du Midi de Mons, 54, rue du Hautbois, à Mons.

255 PAULIN-BRASSEUR, Industriel, à Couillet (Hainaut).

256 PENY, Éd., Ingénieur, Administrateur des Charbonnages de Mariemont et Bascoup, à Morlanwelz.

257 * PERGENS, Édouard, Docteur en médecine, 6, rue de Heppeneert, à Maeseyck.

258 PIERPONT (Édouard DE), au château de Rivière, à Profondeville-s/Meuse.

259 * PIERRE, Gustave, Industriel, 31, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.

260 * PIRET, Adolphe, Directeur du *Comptoir belge de géologie et de minéralogie*, 455, avenue Van Volxem, Bruxelles-Midi.

261 PITTOORS, J., Colonel commandant le régiment du Génie, 37, avenue Cogels, à Anvers.

262 PLUMAT, Polycarpe, Ingénieur, 102, rue de la Croix-de-fer, à Bruxelles.

263 POIRY, Célestin, Maître de carrières, 225, avenue Louise, à Bruxelles.

264 POLAK, Gaston, Ingénieur civil des Mines, Directeur des mines transieviny, Eötvös Utca, 7a, à Kolozsvar (Hongrie).

265 PORTIS, Alessandro, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Rome, Musée géologique de l'Université, à Rome.

266 POSKIN, Dr Achille, 15, avenue du Marteau, à Spa.

267 POURBAIX, Jules, Ingénieur, 73, boulevard de l'Hôpital, à Mons.

268 PROOYEN-KEYSER, L. (VAN), Directeur du Service des Eaux, boulevard d'Omalius, à Namur.

269 PUECH, Armand, à Mazamet (Tarn-France).

270 * PUTTEMANS, Charles, Professeur de chimie à l'École industrielle, 9, rue Van Bemmel, à Saint-Josse-ten-Noode lez-Bruxelles.

271 PUTZEYS, E., Ingénieur en chef des Travaux de la Ville, 8, avenue de la Renaissance, à Bruxelles.

272 PUTZEYS, le Dr F., Professeur d'hygiène à l'Université de Liége, 1, rue Forgeur, à Liége.

273 QUESTIENNE, P., Ingénieur en chef, Directeur du Service technique provincial, 13, rue Sohet, à Liége.

274 RABOZÉE, H., Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École militaire, 18, rue du Conseil, à Ixelles lez-Bruxelles.

275 RADZITZKY D'OSTROWICK (Bon Ivan de), 6, rue Paul Devaux, à Liége.

276 RAEYMAECKERS, Désiré, Médecin de régiment au 10e de ligne, à Arlon.

277 RAMOND-GONTAUD, Assistant de géologie au Muséum national d'Histoire naturelle (Paris), 18, rue Louis-Philippe, à Neuilly-sur-Seine (Seine), France.

278 RENIER, Armand, Ingénieur au Corps des Mines, Ingénieur géologue, Répétiteur à l'Université de Liége, 1, rue de Sélys, à Liége.

279 RICHERT, J. Gust., Professeur, Normalstorghe, à Stockholm.

280 RICHOUX, Eugène, Ingénieur à la Société générale de Belgique, 5, avenue de l'Hippodrome, à Bruxelles.

281 ROBERT, Paul, Ingénieur aux Chemins de fer de l'État belge, 7, rue Saint-Bernard, à Bruxelles.

282 RODENBURG, F., Ingénieur, Membre de la firme J. de Boer et Cie (Sondages), 1, Zuiderplein, à Leeuwarden (Hollande).

283 ROELOFS, Paul, Industriel, 3, rue des Tanneurs, à Anvers.

284 ROERSCH, L., Ingénieur honoraire des Mines, 124, avenue Brugmann, à Bruxelles.

285 ROLLAND, Émile, Industriel, 39, rue André-Masquelier, à Mons.

286 ROSÉE (Frédéric DE), Château de Moulins, par Yvoir.

287 ROSÉE (Baron Jacques DE JACQUIEZ DE), 18, rue des Deux-Églises, à Bruxelles. A Vielsalm (*été*).

288 ** RUTOT, Aimé, Ingénieur honoraire des Mines, Géologue, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, 189, rue de la Loi, à Bruxelles.

289 SALMON, Ingénieur de la ville de Bruges, Directeur des travaux, 10, quai Spinola, à Bruges.

290 SCHACK DE BROCKDORF, Frédéric-G., Consul général de S. M. le Roi de Danemark, à Anvers.

291 SCHMITZ, le R. P. Gaspar, S. J., Professeur de géologie, Directeur du *Musée géologique des Bassins houillers belges*, à Louvain. (Adresse : Musée Houiller, Louvain.)

292 SCHMITZ, Th., Ingénieur civil des Mines, 58, rue Saint-Joseph, à Anvers.

293 SCHOEP, Docteur ès sciences, Docteur en géographie, Assistant à l'Université, 6, rue Bréderode, à Gand.

294 SCHOOFS, le Dr François, 86, rue des Guillemins, à Liége.

295 SCHULZ-BRIESEN, Ingénieur honoraire des Mines, Directeur général honoraire des Charbonnages de Dahlbusch, 19, Schillerstrasse, à Düsseldorf.

296 ** SELYS LONGCHAMPS (Walter DE), Docteur en droit, Sénateur, à Halloy (Ciney).

297 SEMET, H., Capitaine commandant d'État-Major, 139, avenue de Tervueren, à Bruxelles.

298 SEVEREYNS, G., Industriel, 103, rue Gallait, à Bruxelles.

299 SILVERYZER (l'abbé), à Herck-la-Ville.

300 SIMOENS, G., Docteur ès sciences minérales, Chef de section au Service géologique de Belgique, Palais du Cinquantenaire, à Bruxelles.

301 SIMONET, bourgmestre de et à Oisquercq.

302 SIX-SENÉLAR, Émile, Ingénieur des arts et manufactures, à Warneton.

303 SLAGHMUYLDER, Charles, Ingénieur en chef, Directeur de Service des Chemins de fer de l'État, 30, avenue Eugène Demolder, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

304 SMETS, G. (Chanoine), Inspecteur diocésain, 2, rue Bovy, à Liége.

305 ** SOCIÉTÉ ANONYME DE MARCINELLE ET COUILLET (Charbonnage de Marcinelle-Nord), à Marcinelle (Charleroi). (*Délégué :* M. Nestor EVRARD, Directeur gérant.)

306 ** SOCIÉTÉ ANONYME DES CHARBONNAGES, HAUTS FOURNEAUX ET USINES DE STRÉPY-BRACQUEGNIES. (*Delégué :* M. Amour SOTTIAUX, Directeur gérant, à Strépy-Bracquegnies.)

307 SOCIÉTÉ DES FOURS A CHAUX COLARD ET GUILLAUME, à Couvin (*Délégué :* M. Delahaye).

308 SOCIÉTÉ D'ENTREPRISES DE SONDAGES (PAGNIEZ et BRÉGI), rue de la Gare, à Saint-André lez-Lille (Nord).

309 SOCIÉTÉ ANONYME DES CHARBONNAGES RÉUNIS DE ROTON, FARCIENNES ET OIGNIES-OISEAU. (*Délégué :* M. V. LAMBIOTTE, Directeur gérant, à Tamines.)

310 SQUILBIN, Henri, Ingénieur, Chef de section Pien Lo Railway, à Yen-She-Sien, province de Houan, 201, avenue du Sud, à Anvers.

311 STAINIER, X., Membre de la Commission géologique de Belgique, Professeur de géologie à l'Université de Gand, 27, Coupure, à Gand.

312 STEFANESCU, Gregoriù, Professeur de géologie à l'Université, Directeur de Bureau géologique, 8, Strada Verde, à Bucarest.

313 ** STEVENSON, J.-J., Ancien professeur à l'Université de New-York, 568, West End avenue, à New York City.

314 STORMS, Ernest, Ingénieur, Entrepreneur de travaux publics, 6, rue du Receveur, à Bruges.

315 TEIRLINCK, I., Professeur honoraire de sciences naturelles aux Écoles normales, 33, rue De Rosne, à Molenbeek-Saint-Jean.

316 THIEREN, Jean, Candidat en sciences naturelles, 63, rue de l'Empereur, à Anvers.

317 THIERRY, J.-C., Ingénieur des Mines, Casilla Correo 1565, à Buenos-Aires.

318 THOMAES, Oscar, conseiller communal, place Delhaye, à Renaix.

319 THOMSON, Dr Pierre-Jean, 254, avenue Louise, à Bruxelles.

320 TIHON, F., Docteur en médecine, à Theux (province de Liége).

321 TOUSSAINT, G., Sous-Lieutenant d'artillerie de réserve, à Quenast.

322 TRULEMANS, Henry, Ingénieur adjoint du service des eaux de la Ville, 8, rue Montagne de l'Oratoire, à Bruxelles.

323 UHLENBROEK, G.-D., Ingénieur, à Bloemendaal (Hollande).

324 VAN BELLINGEN, Constant, Ingénieur, 70, rue Montoyer, à Bruxelles.

325 VAN BOGAERT, Clément, Ingénieur aux Chemins de fer de l'État, 88, rue Wilson, à Bruxelles.

326 VAN CALKER, Dr F. J. P., Professeur à l'Université de Groningue (Pays-Bas).

327 VAN CROMBRUGGHE, Capitaine commandant d'artillerie, adjoint d'État-Major, aide de camp du général Heimburger, à Anvers.

328 VAN DE CASTEELE, A., Conducteur des Ponts et Chaussées, à Blankenberghe.

329 ** VAN DEN BROECK, Ernest, Géologue, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, Membre du Conseil de Direction de la Carte géologique du Royaume, 39, place de l'Industrie, à Bruxelles.

330 VANDENPERRE, Directeur gérant des Brasseries Artois, à Louvain

331 VAN DER POORTEN, L., Photograveur, 213, avenue Rogier, à Schaerbeek.

332 VAN DER SCHUEREN, Pierre, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées, 9, rue du Jardin, à Ostende.

333 VAN DER VAEREN, Julien, Ingénieur agricole, Docteur en sciences naturelles Inspecteur de l'Agriculture, 220, chaussée d'Alsemberg, à Bruxelles.

334 VANDEUREN, Pierre, Capitaine du Génie, Docteur de l'Université de Paris, Professeur à l'École militaire, 16, avenue Macau, à Ixelles lez-Bruxelles.

335 VAN DE WIELE, Dr C., 27, boulevard Militaire, à Ixelles lez-Bruxelles.

336 VAN DE WOUWER, Eugène, 33, rue d'Edeghem, à Vieux-Dieu, Mortsel.

337 VAN EMELEN, Amaro, Recteur du Gymnase de Sao Bento de Rio de Janeiro.

338 VAN HOEGAERDEN, Paul, Conseiller provincial, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

339 VAN LIL, Capitaine commandant de cavalerie, adjoint d'État-Major, 41, rue Dautzenberg, à Bruxelles.

340 AN MEURS, Ingénieur en chef des travaux de la Ville de Mons, 2, rue des Tuileries, à Mons.

341 VAN MIERLO, J.-C., Ingénieur à la Compagnie internationale des Wagons-Lits et des Grands Express européens, 74, avenue de la Reine, à Ostende.

342 VAN OVERLOOP, Eugène, Conservateur en chef des Musées des arts industriels et décoratifs, 79, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.

343 VANTROOYEN, Capitaine du Génie, Répétiteur à l'École militaire, 58, rue de la Tulipe, Ixelles.

344 VAN WAESBERGHE, Aimé, Ingénieur, Directeur de l'École de Bienfaisance de l'État, à Saint-Hubert.

345 VAN WATERSCHOOT VAN DEN GRACHT, W., Ingénieur, Directeur des Explorations minières de l'État, 6, Cremerweg, à La Haye.

346 VAN WEYENBERG, Alphonse, Major du Génie, 42, rue du Grand-Chien, à Anvers.

347 VAN YSENDYCK, Paul, Ingénieur, 8, avenue du Haut-Pont, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

348 * VÉLAIN, Charles, Professeur de géographie physique à la Faculté des sciences de l'Université de Paris, 9, rue Thénard, à Paris (V).

349 VELGE, G., Ingénieur, Bourgmestre de Lennick-Saint-Quentin.

350 VIBRAYE (comte Jacques de) Ingénieur hydrologue, 2, rue Récamier, à Paris.

351 VILAIN, Nestor, Capitaine du Génie, Pavillon du Fort d'Oeleghem, à Schilde.

352 VILLAIN, François, Ingénieur en chef des Mines, 57, rue Stanislas, à Nancy (France).

353 VINÇOTTE, Lieutenant d'artillerie adjoint d'État-Major, 101, rue de la Consolation, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

354 VON DER BECKE, Adolphe, 24, rue de la Pépinière, à Anvers.

355 WACHSMUTH, Frédéric, 16, avenue de la Chapelle, à Berchem (Anvers).

356 WAUTERS, J., Chimiste de la Ville, 83, rue Souveraine, à Ixelles lez-Bruxelles.

357 WICHMANN, Arthur, Dr Phil., Professeur à l'Université d'Utrecht (Hollande).

358 WIENER, Ernest, Lieutenant du Génie, 2, rue Verdussen, à Anvers.

359 WIENER, Lionel, Lieutenant d'artillerie, 73, rue de la Loi, à Bruxelles.

360 WIELEMANS-CEUPPENS, Industriel, 308, avenue Van Volxem, à Forest lez-Bruxelles.

361 WILLEMS, J., Major du Génie, 28, rue De Locht, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

362 * WITTOUCK, Paul, Industriel, 21, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

363 ZELS, Louis, Docteur en sciences géographiques, Professeur à l'École moyenne, à Menin.

364 ZONE, J., Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, Ingénieur principal, sous-directeur de la *Société anonyme du canal et des installations maritimes de Bruxelles*, 80, rue Froissard, à Bruxelles.

Membres Associés regnicoles.

1 AVANZO, E., Homme de lettres, 198, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

2 BAUTHIER, L., Géomètre architecte, à Genappe.

3 BOMMER, Ch., Conservateur au Jardin botanique de l'État, 47, rue Hobbema, à Bruxelles.

4 BOURGEOIS, L., Comptable du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 3, rue Véronèse, à Bruxelles.

5 BRUNEEL, Frédéric, Ingénieur en chef, Directeur aux Chemins de fer de l'État, 36, rue de Brabant, à Bruxelles.

6 BUGGENOMS, L. (DE), Avocat à la Cour d'appel, 19, place de Bronckart, à Liége.

7 CAMERMAN, Ch., 31, Square Guttenberg, à Bruxelles.

8 COOMANS, L., Propriétaire, 3, rue des Brigittines, à Bruxelles.

9 COSYNS, Mme Hélène, 78, avenue Royale-Sainte-Marie, à Bruxelles.

10 DAUPHIN, G., Chef de bureau au Ministère des Chemins de fer, etc., 44, rue Vonck, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

11 DE BULLEMONT, Emm., 39, rue de l'Arbre-Bénit, à Ixelles lez-Bruxelles.

12 DE LIGNE, Émile, 38, boulevard du Jardin botanique, à Bruxelles.

13 DENOËL, Joseph, Ingénieur agricole, 24, rue Vieille-Voie, à Angleur (Liége).

14 DESAUBIES, Félix, Ingénieur au chemin de fer de l'État, 89, rue Auguste Lambiotte, à Bruxelles.

15 DE STORDEUR, Albert, Industriel, 141, rue Belliard, à Bruxelles.

16 DEVAIVRE, Lucien, Secrétaire du Service géologique de Belgique, 44, avenue de la Renaissance, à Bruxelles.

17 DONAUX, Constant, Industriel, 175, boulevard du Hainaut, à Bruxelles.

18 DUFIEF, Jean, 116, rue de la Limite, à Bruxelles.

19 DUFOURNY, Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées, 29, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.

20 DUJARDIN, Jean, Capitaine du Génie, 53, rue de l'Orme, à Etterbeek lez-Bruxelles.

21 FAGNART, Ad., Éditeur et publiciste, à Couvin.

22 FRAIPONT, Joseph, Ingénieur des Mines, 48, rue de Namur, à Bruxelles.

23 GILBERT, Pierre, avenue Legrand, à Bruxelles.

24 GOBERT, Auguste, Ingénieur, 222, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

25 GOOSSENS, Ch., Directeur à l'Administration des Mines, 38, avenue de la Couronne, à Bruxelles.

26 GRAFFE, Ch., 47, avenue Brugmann, à Bruxelles.

27 GRANGE, Camille, Chef de Section aux Chemins de fer de l'Etat, 17, rue de l'Esplanade, à Bruxelles.

28 GREINDL (Baron Maurice), Capitaine commandant d'artillerie, 38, avenue de la Cascade, à Bruxelles.

29 HANREZ, Georges, Ingénieur, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

30 HOUZEAU DE LEHAIE, Jean, Industriel, à Saint-Symphorien, près Mons.

31 JACQUES, Paul, Ingénieur civil des Mines, 42, rue du Commerce, à Bruxelles.

32 KEMNA, Georges, Professeur à l'Athénée royal, rue du Saint-Esprit, à Liége.

33 LAMBIN, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées, 181, avenue de Tervueren, à Woluwe lez-Bruxelles.

34 LARA (Alfred DE), Ingénieur civil, 59, rue de Ten-Bosch, à Bruxelles.

35 LEBRUN, Hector, Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, à Bruxelles.

36 LECOINTE, G., Directeur scientifique du Service astronomique de l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle.

37 LUCION, René, Docteur ès sciences, 127, avenue de l'Hippodrome, à Ixelles lez-Bruxelles.

38 MALVAUX, Alfred, Héliographe, 69, rue de Launoy, à Molenbeek-Saint-Jean lez-Bruxelles.

39 MARCHANT, Josse, 8, rue de la Filature, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

40 MOYAERTS, Émile, Ingénieur, 92, avenue du Roi, à Bruxelles.

41 NAVEZ, A., Chef de Section à l'Administration des Chemins de fer, rue Linnée, 48, à Bruxelles.

42 PETIT, Julien, Peintre décorateur, 15, rue de Berlin, à Ixelles lez-Bruxelles.

43 PIRSCH, Léon, Chimiste à la Compagnie intercommunale des Eaux, 48, rue du Trône, à Bruxelles.

44 RAHIR, Edmond, 116, rue de la Limite, à Bruxelles.

45 ROBERT, E., Sous-Lieutenant de réserve au 12e régiment de ligne, Licencié en sciences géographiques, avenue Van Becelaere, à Watermael.

46 SCHWERS, H., Docteur en médecine, 14, rue de Sélys, à Liége.

47 THILLY, H., Ingénieur architecte des Télégraphes, Professeur à l'École industrielle de Bruxelles, Directeur de l'École industrielle de Laeken, 22, rue de la Meuse, à Bruxelles.

48 VAN BLAEREN, Luc, Ingénieur au Service technique de la Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération bruxelloise, 22, rue Dewez, à Namur.

49 VAN DEN BOGAERDE, H., Ingénieur aux Chemins de fer de l'État belge rue Flamande, à Bruges.

50 VAN GELDER, Eugène, Artiste peintre et Homme de lettres, 15, rue Henri Bergé, à Schaerbeek.

51 VAN HALEWYCK, 45, rue Navez, à Schaerbeek.

52 VANHOVE, D., Docteur en sciences minérales, rue des Carmes, 1, à Bruges, et au Laboratoire de minéralogie de l'Université de Gand.

53 VAN LINT, Victor-J., Ingénieur civil, Ingénieur adjoint au Service des Eaux de la Ville de Bruxelles, 73, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.

54 VAN MEENEN, Jules, ancien Capitaine du Génie, Sous-chef du Service technique à la Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération bruxelloise, 48, rue du Trône, à Bruxelles.

55 VAN YSENDYCK, Maurice, Architecte, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

56 WALIN, Ingénieur, 56, rue des Éburons, à Bruxelles.

57 WAUTHIER, Camille, au Service géologique, Palais du Cinquantenaire, à Bruxelles.

58 WEENS, Ingénieur en chef, Directeur de service des Chemins de fer de l'État belge, 18, rue d'Hastedon, à Namur.

Membres décédés depuis le 1er janvier 1909.

P. DE MOT, de Bruxelles.
H. NIKITIN, S., de St-Pétersbourg.
E. BERTRAND, J., de Bruxelles.
E. DE SCHRYVER, F., de Bruxelles.
E. GOTTSCHE, à Hambourg.
E. JANET, L., de Paris.
E. LAMBERT, G., de Bruxelles.
E. MASSAU, J., de Gand.
E. ZLATARSKI, G., de Sofia.

RÉCAPITULATION AU 1er JANVIER 1910.

Membre protecteur	1
Membres honoraires	38
Membres associés étrangers	19
Membres effectifs	364
Membres associés regnicoles	58
	480

ABONNÉS

AU

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(EN 1909)

---

1 Administration des BATIMENTS CIVILS. MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. 91, rue Ducale, à Bruxelles.

2 Service général des CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT. Bureau, 13, rue de Louvain, à Bruxelles.

3 INSTITUT CARTOGRAPHIQUE MILITAIRE, à La Cambre.

4 ÉCOLE DE GUERRE, à Bruxelles.

5 SERVICE D'HYGIÈNE. Directeur général du Service de Santé et d'Hygiène publique au Ministère de l'Agriculture, 5, rue de Louvain, à Bruxelles.

6 INSPECTION GÉNÉRALE DU GÉNIE, 266, rue Royale, à Bruxelles.

7 RÉGIMENT DU GÉNIE, à Anvers. (Capitaine quartier-maître Brasseur, 43, rue Pierre de Coninck.)

8 GOUVERNEMENT PROVINCIAL DU LIMBOURG, à Hasselt.

9 ÉCOLE NORMALE de Bruxelles, 110, boulevard du Hainaut.

10 BIBLIOGRAPHIE DE BELGIQUE, 12, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.

11 OFFICE DE PUBLICITÉ, à Bruxelles.

12 à 15 MM. MISCH et THRON, libraires, à Bruxelles (4 abonnements).

16 LIBRAIRIE FRANÇAISE, 22, rue Montagne-aux-Herbes-potagères, à Bruxelles.

17 M. DULAU, libraire, 37, Soho Square, à Londres.

18 M. Max WEG, libraire, 1, Leplaystrasse, à Leipzig.

19 Bibliothèque universitaire de CLERMONT-FERRAND (Welter, libraire, à Paris).

20 M TOPIC, libraire, 11, Ferdinandova, à Prague (Bohême).

21 Docteur SANTIAGO DE LA HUERTA, Departamento de geologia y mineralogia, à La Habana (Cuba) (Ramlot, libraire à Bruxelles).

22 M. HERMAN, libraire, 6, rue de la Sorbonne, à Paris (Ve).

PROCÈS-VERBAUX
DE LA
SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D HYDROLOGIE
BRUXELLES
TOME XXIV — ANNÉE 1910

SÉANCE MENSUELLE DU 19 JANVIER 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 4 h. 40 (20 membres sont présents).

Distinctions honorifiques.

La Société est heureuse de féliciter M. Dejardin, directeur général des Mines, promu Commandeur de l'Ordre de Léopold.

Approbation du procès-verbal de la séance de décembre 1909.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Correspondance.

MM. Mourlon, Hankar-Urban, Maillieux, Rabozée, Gilbert, d'Andrimont, Gerard et Putzeys remercient de leur élection au Conseil par l'assemblée générale du mois de décembre.

M. van Waterschoot van der Gracht envoie à la Société le splendide volume qu'il a publié cet été sur la géologie profonde des Pays-Bas. Une erreur de la poste avait empêché cet ouvrage de nous parvenir, et c'est après son retour d'Afrique que notre confrère a pu seulement nous faire remettre l'exemplaire qu'il nous destinait. Nos collègues voudront bien excuser le retard apporté au compte rendu bibliographique de cet ouvrage.

M. W. Harmer fait hommage de son travail sur le Pliocène et le Quaternaire de l'Est de l'Angleterre. M. le docteur Van de Wiele a bien voulu se charger d'en faire un compte rendu.

Dons et envois reçus.

1° Périodiques nouveaux :

6005. Bruxelles. Ministère de l'Agriculture : Statistique de la Belgique. Recensement agricole, 1895, 1900 à 1907.

6006. Nancy. Club alpin français. Section vosgienne. Bulletin : 1904, 5-6; 1905, 1-6; 1906, 1-6; 1907, 1-6; 1908, 1-6; 1909, 1-6.

2° De la part des auteurs :

6007. **Dufour, H., et Valet, D.** Observations météorologiques faites à la Station météorologique du Champ-de-l'Air. (Institut agricole de Lausanne.) Lausanne, 1909. Brochure in-12 de 45 pages.

6008. **Duvigneaud, J.** Note sur les axes hydrauliques. De l'influence du débit sur la forme des axes en un lit donné. Extr. des *Ann. des Trav. publ. de Belgique.* Bruxelles, 1909, 6e fasc., 35 pages, 1 pl. et 20 fig.

6009. **Delépine, G.** Contribution à l'étude du Calcaire carbonifère dans le Tournaisis. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France.* Paris, 1902, t. II, pp. 434-438 et 2 fig.

6010. **Delépine, G.** Observations sur le Calcaire carbonifère du Hainaut. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France.* Paris, 1904, t. IV, pp. 696-704 et 7 fig.

6011. **Delépine, G.** Sur la succession des faunes et la répartition des facies du Calcaire carbonifère de Belgique. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.* Paris, 1909, t. CXLIX, 3 pages.

6012. **Harmer, F. W.** The pliocene deposits of the Eastern counties of England, pp. 86-102 et 5 fig.
— The pleistocene period in the Eastern counties of England, pp. 103-123, 2 pl. et 3 fig. Extr. de *Jubilee Volume of Geolog. Assoc.* Londres, 1908.

6013. **van Waterschoot van der Gracht, W. A. J. M.** The deeper geology of the Netherlands and adjacent regions, with special reference to the latest borings in the Netherlands Belgium and Westphalia, with contributions on the fossil flora by Dr W. Jongmans. La Haye, 1909, vol. in-4° de 437 p., 4 pl. et 15 fig.

6014. **van Waterschoot van der Gracht, W. A. J. M.** Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1908. Amsterdam, 1908. Broch. in-8° de 71 p., 4 pl. et 7 fig.

4702. **Carez, L.** Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France : La Géologie des Pyrénées françaises. Fasc. VI. Feuilles de Céret, Perpignan et Narbonne. Paris, 1909. Volume grand in-4° de 519 pages et 4 planches.

Présentation et élection de nouveaux membres.

Sont élus membres effectifs par le vote unanime de l'assemblée :

MM. ALLORGE, MARCEL, Lecturer of Geomorphology at the University Museum, à Oxford, présenté par MM. Halet et Greindl.

VILAIN, NESTOR, capitaine du génie, pavillon du fort d'Oeleghem par Schilde, présenté par MM. Greindl et Rutot.

Communications des membres.

G. DELÉPINE — **Résumé et conclusions d'une étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique : Hainaut et région de Namur. Comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre.**

Ce travail paraîtra aux *Mémoires;* on en trouvera ci-dessous un bref résumé :

« M. G. Delépine a travaillé depuis plusieurs années à faire une étude détaillée du *Calcaire carbonifère* du Bassin de Namur, de Tournai jusqu'à la vallée de la Méhaigne au Nord, et de Landelies jusqu'à Flémalle au Sud ; il a étendu ses recherches à une partie du Condroz et il a comparé ses résultats avec ceux qui ont été obtenus par M. de Dorlodot. Il a utilisé les travaux effectués en Angleterre sur les fossiles du Calcaire carbonifère et, à la suite de plusieurs voyages dans la région de Bristol et au Sud du Pays de Galles, il a comparé, à la fois au point de vue paléontologique et au point de vue lithologique, les formations de l'Angleterre et celles de la Belgique. Il a montré quels étaient, en Belgique, à la fois dans le *Tournaisien* et dans le *Viséen,* les niveaux qui correspondent aux zones successives établies de la base au sommet du *Calcaire carbonifère* de Bristol, par Vaughan (1).

» M. Delépine a d'ailleurs signalé déjà dans plusieurs publications les principaux résultats auxquels ses études l'ont conduit (2). Le mémoire

---

(1) *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXI, 1905, pp. 181-307.

(2) *Contribution à l'étude du Calcaire carbonifère dans le Tournaisis.* (BULL. SOC. GÉOL. DE FRANCE, 4e sér., t. II, p. 434 1902.) — *Observations sur le Calcaire carbonifère du Hainaut.* (BULL. SOC. GÉOL. DE FRANCE, 4e sér., t. IV, p. 696, 1904.) — *Comparaison entre les formations carbonifères de Malahide et les calcschistes de Tournai.* (ANN. SOC. GÉOL. DU NORD, t. XXXVIII, p. 89, 1909.) — *Note sur le Calcaire carbonifère de Visé et les couches à Brachiopodes du Midland.* (BULL. SOC. GÉOL. DE FRANCE, juin 1909.) — *Caractères stratigraphiques du Calcaire carbonifère sur la bordure septentrionale du Bassin de Namur.* (ANN. SOC. GÉOL. DU NORD, t. XXXVIII, p. 126, 1909.) — *Comparaison entre le Calcaire carbonifère de Belgique et celui du Sud-Ouest de l'Angleterre.* (ANN. SOC. GÉOL. DU NORD, juin 1909.) — *Observations sur le Calcaire carbonifère de Belgique.* (IBID., nov. 1909.) — *Note sur la succession des faunes et la répartition des facies du Calcaire carbonifère de Belgique.* (COMPTE RENDU ACAD. DES SCIENCES, 13 déc. 1909.) — *Étude sur le Calcaire carbonifère du Hainaut.* (SOC. GÉOL DU NORD, déc. 1909.)

qu'il présente à la Société sous le titre : *Études sur le Calcaire carbonifère de Belgique (Hainaut et Pays de Namur); comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre*, les résume et contient, en outre, un certain nombre d'observations nouvelles sur la bordure méridionale du Bassin de Namur. »

M. le Président félicite tout particulièrement notre savant confrère pour la brillante communication qu'il vient de faire. Il est intéressant de constater qu'il a réussi, par la paléontologie, à jeter la lumière sur un terrain où les études lithologiques avaient conduit à des contestations très vives. Avec lui, il faut rendre hommage aux travaux de M. de Dorlodot, qui, des géologues belges, s'est le moins localisé et dont les études stratigraphiques ont approché de cette vérité que seule la paléontologie était susceptible d'atteindre.

M. le Président était chargé de présenter, au nom du Dr P. Gröber, un travail sur la même question. M. Gröber, qui a étudié le Carbonifère jusqu'en des contrées lointaines, a abordé le problème du Carbonifère belge à l'automne dernier et n'a eu aucune connaissance des travaux de M. Delépine. La similitude des résultats obtenus par nos deux savants confrères offre une remarquable démonstration de l'efficacité et de la sûreté de la méthode paléontologique.

P. Gröber. — **Essai de comparaison des divisions du Calcaire carbonifère de la Belgique avec la division en zones à polypiers adoptée en Angleterre. Première partie : « Le Tournaisien. »**

Accepté pour les *Mémoires*.

G. Hasse. — **Quelques notes géologiques sur les forts de Stabroek, Broechem, Massenhoven, Oeleghem, 's Gravenwezel, Brasschaet, Bornhem, Liezele-Puers, Breendonck-Willebroek, Koningshoykt.**

Ayant eu le grand plaisir de visiter en novembre dernier le nouveau fort de Kessel avec notre savant et dévoué Président M. Rutot, et y ayant observé de très intéressants affleurements des sables noirs dits miocènes boldériens, je fus très désireux de visiter au point de vue géologique tous les forts en construction dans la province d'Anvers. Une très aimable invitation des grands entrepreneurs MM. Bolsée frères me permit de satisfaire ma curiosité; je les en remercie bien vivement.

Les quelques notes qui vont suivre ne sont que les préliminaires

d'une étude plus approfondie qui devra être faite au cours des travaux; je tiens cependant, avant tout, à rendre hommage à la courtoisie scientifique que j'ai rencontrée chez tous les officiers dirigeant le service des divers forts et les remercie des renseignements si utiles qu'ils m'ont donnés.

1 Fort de Stabroek.

Coupe relevée en 1905 au fort de Stabroek dans le grand fossé.

Terre végétale	0m10 à 0m15
Flandrien :	
Sable jaune clair	0.50 à 1.00
Gravier de base.	
Campinien :	
Sable blanc très grossier	2.00

Aucune autre caractéristique intéressante ne fut relevée dans ce fort, excepté trois belles coupes de lits d'anciennes rivières (ces coupes feront partie de l'*Histoire des rivières primitives*, étude que nous présenterons au mois de mars à la Société de Géologie).

2. Fort de Broechem.

Nous trouvons dans le fort de Broechem les terrains quaternaires et tertiaires : le Quaternaire est représenté par le Flandrien, le Tertiaire par les sables noirs dits miocènes boldériens. Voici la coupe du contact entre le Quaternaire et le Tertiaire :

	de	à
Moderne :		
Terre végétale	+ 10m00	+ 9m00
Flandrien :		
Bandes sablo-argileuses vertes et jaunes alternées; traces de perforation par des vers	+ 9.00	+ 7.30
Gravier de base		+ 7.30
Boldérien :		
Sable sans fossiles	+ 7.30	+ 6 00
Quelques cailloux noirs		+ 6 00
Débris de *Cyprina* et *Pectunculus*		+ 4.40

Cette coupe est prise à l'entrée actuelle du grand fossé du fort. Dans les bandes alternées du Flandrien se présentent de nombreuses traces

de tubes de vers marins que l'on remarque très bien dans la coupe; on observe que ces traces se montrent de section arrondie, ovale ou allongée et même spiralée, et qu'elles apparaissent, sur le fond jaune ou vert, en blanc et composées d'un sable grossier semblant provenir d'un horizon campinien.

Dans le premier coude du grand fossé, en face de l'endroit où le capitaine Cabra a trouvé des débris préhistoriques, nous observons la coupe suivante, qui est très attachante, mais dont l'interprétation définitive devra encore être réservée :

	de	à
MODERNE :		
Terre végétale	+ 10m00	+ 9m00
FLANDRIEN :		
Sables argileux	+ 9 00	+ 7.00
Gravier de base		+ 7.00
Bande noire tourbeuse		+ 6.50
BOLDÉRIEN :		
Sables verts	+ 6.50	+ 5.50

Dans cette coupe, le Flandrien se présente avec des bandes horizontalement stratifiées, sablo-argileuses, jaune verdâtre, ayant à sa base le gravier flandrien caractéristique; en dessous de ce gravier de base, nous rencontrons une zone ayant 40 à 50 centimètres d'épaisseur et formée de débris végétaux mêlés à du sable noirâtre très fin. Cette zone noire tourbeuse se montre sur 100 mètres environ; aucun vestige intéressant ne permet encore de déterminer son âge ou son essence géologique.

3. REDOUTE DE MASSENHOVEN.

Les fouilles dans la redoute de Massenhoven ne devant pas être faites au delà du niveau actuel, il est à présager qu'au point de vue géologique aucune nouvelle donnée ne sera observée.

Voici la coupe relevée :

	de	à
MODERNE :		
Terre végétale	+ 8m00	+ 7m00
FLANDRIEN :		
Sables, gravier de base	+ 7.00	+ 6.00
Sables vert-clair	+ 6.00	+ 5.00

Dans le Flandrien, nous observons de nombreuses bandes argileuses vert bleuâtre; en dessous du gravier de base habituel se rencontrent des sables verts assez argileux, sans fossiles ni débris végétaux; ces sables sont assez fortement chargés d'eau, le ruisseau du Moerbeek se trouvant à proximité.

4. Fort d'Oeleghem.

Dans le grand fossé du fort d'Oeleghem, la coupe suivante se montre :

Moderne :	
Terre arable.	0m40
Flandrien :	
Sable jaune verdâtre (1m00 à 1m50 d'épaisseur)	2.00
Gravier de base.	
Campinien :	
Sable grossier blanc (0m10 à 0m60 d'épaisseur)	2.50
Gros blocs de quartz blanc.	
Boldérien :	
Sables noirs dits miocènes boldériens, avec *Cyprina islandica*.	4.00

Le Flandrien se présente ici avec son petit gravier caractéristique, le sable est assez fin et jaune ou jaune verdâtre.

Le sable grossier avec une base de blocs de quartz blanc se rattache à mon avis au Campinien; j'y ai observé de nombreux débris de végétaux.

Les sables noirs dits miocènes boldériens ont ici une coloration très claire, gris bleu. Lors de ma visite, je n'y avais trouvé aucun fossile, mais lors d'une visite au fort du Baron Greindl, des débris de *Cyprina islandica* y ont été trouvés au fond du grand fossé. Notre Secrétaire général a bien voulu me les communiquer et je l'en remercie bien vivement.

5. Fort de 's Gravenwezel.

Les travaux du fort de 's Gravenwezel sont encore peu avancés, les fouilles ont à peine 2 mètres de profondeur, la terre végétale et le Flandrien avec son gravier de base sont seuls visibles. La coupe que je

donne ci-dessous est l'interprétation des échantillons de trois sondages faits dans le fort par le capitaine Delobbe :

	de	à
MODERNE :		
Terre végétale.	+ 6m00	+ 5m60
FLANDRIEN :		
Sables avec gravier de base	+ 5.60	+ 5 00
POEDERLIEN :		
Sable gris avec débris de *Corbula striata* . . .	+ 5.00	+ 4.00
Sable gris sans fossiles	+ 4.00	+ 3.00
Sable gris sans fossiles	+ 3.00	+ 2.00
Bande de fossiles brisés : *Corbula, Astarte, Pectunculus*, *Cyprina*, etc.		+ 2.00
Sable gris	+ 2.00	+ 1.00

Étant donné la texture et l'aspect du sable de la cote + 5.00 à + 1.00 et la connaissance que je possède des sables poederliens d'Anvers, et, de plus, les espèces caractéristiques du Poederlien retrouvées dans ces sondages, je rattache cet horizon au Pliocène poederlien.

6. FORT DE BRASSCHAET.

Les fouilles du fort de Brasschaet sont à peine entamées et atteignent encore une faible profondeur. Voici cependant la coupe relevée :

	de	à
MODERNE :		
Terre végétale.	+ 17m00	+ 16m80
FLANDRIEN :		
Sable jaune	+ 16.80	+ 16.00
Gravier de base		+ 16.00
CAMPINIEN :		
Sable gris-blanc grossier.	non traversé.	

Les études des coupes géologiques devront être continuées ici lorsque les fouilles seront plus profondes.

7. Fort de Bornhem.

Le fort de Bornhem ne présente en ce moment que des fouilles de 2 mètres de profondeur montrant :

	de	à
Terre végétale	+ 5m00	+ 4m50
Sable vert ou jaune verdâtre avec bandes argileuses	+ 4.50	+ 3.00

Cependant, trois sondages faits par le commandant du fort et qui m'ont très cordialement été communiqués, me permettent de donner une coupe au fort de Bornhem.

	de	à
Moderne :		
Terre végétale	+ 5m00	+ 4m50
Flandrien :		
Sable jaune	+ 4.50	+ 3.00
Gravier de base		+ 3.00
Sable vert clair	+ 3.00	+ 0.00
Sable gris très clair	+ 0 00	— 1.00
Sable grossier vert clair	— 1.00	— 4.00
Rupélien :		
Argile de Boom	— 4.00	

Depuis la cote + 3.00 jusqu'à la cote — 4.00, les sables sont verts, le grain n'est pas très gros, peu de glauconie s'y rencontre; aucun fossile ne vient aider à déterminer cet horizon. Sommes-nous devant une couche quaternaire ou devant une couche tertiaire? Je n'ose me prononcer.

8. Fort de Liezele-Puers.

Le fort de Liezele présente dans une partie de son étendue une dénivellation assez marquée : d'un côté nous nous trouvons à la cote + 4.50 et d'un autre côté à la cote + 3.60, et, chose curieuse, des modifications modernes se sont produites dans les couches géologiques des parties basses du fort.

La coupe normale se présente comme suit dans les parties élevées du fort :

MODERNE :	de	à
Terre végétale	+ 4m50	+ 4m00
FLANDRIEN :		
Sable jaune, bandes noirâtres ou jaune plus foncé, horizontales parfois	+ 4 00	+ 1.50
Bande argileuse grise		+ 1.60
Gravier de base		+ 1.50

La coupe dans les parties basses du fort est la suivante :

MODERNE :	de	à
Terre végétale	+ 3.60	+ 3.00
FLANDRIEN :		
Sable jaune argileux, nombreuses bandes de limonite plus ou moins compacte	+ 3.00	+ 2.00
Bandes sableuses jaunes ou vertes, alternées, horizontales	+ 2.00	+ 1.00
Gravier de base		+ 1.00

Ces bandes de limonite ont été observées sur une épaisseur de 1 mètre par le lieutenant Michelet.

Les trois sondages faits dans le fort et dont j'ai pu étudier les échantillons, grâce à la si aimable courtoisie de l'officier dirigeant le fort, donnent la coupe suivante :

MODERNE :	de	à
Terre végétale	+ 3m50	+ 3m00
FLANDRIEN :		
Sable ferrugineux, beaucoup de limonite très dure	+ 3.00	+ 2.00
Bande sableuse verte	+ 2.00	+ 1.50
Gravier de base et débris de *septaria*		+ 1.50
Bande sableuse jaune, sable assez fin	+ 1.50	+ 0.00
Sable vert assez argileux	— 0.00	— 5.50
RUPÉLIEN :		
Argile très plastique bleu verdâtre, glauconie et débris végétaux	— 5.50	

Ici encore l'interprétation est assez difficile. Sommes-nous en présence de Quaternaire ou de Tertiaire depuis + 1.50 jusque — 5.50? Quant à moi, devant l'absence de fossiles ou de notions par l'étude de coupes accessibles, je n'ose me prononcer; à — 5.50, nous sommes évidemment à l'argile oligocène de Boom.

9. Fort de Breendonck-Willebroek.

Les fouilles montrent, dans le fort de Breendonck, actuellement la coupe suivante :

	de	à
Moderne :		
Terre végétale	+ 5m70	+ 5m20
Flandrien :		
Sable jaune	+ 5.20	+ 3.10
Gravier de base		+ 3.10
Boldérien :		
Sable gris verdâtre assez grossier	+ 3.10	+ 1.00
Nombreux grains blancs grossiers dans le sable verdâtre		+ 1.00

Depuis la cote + 3.10 jusque + 1.00, l'aspect des couches semble se rapporter à l'horizon des sables noirs dits miocènes boldériens; aucun fossile n'a encore été trouvé cependant.

10. Fort de Koningshoykt.

Au point de vue géologique et des études que je poursuis sur les sables noirs dits boldériens, le fort de Koningshoykt est certes celui qui m'a le plus intéressé.

Voici tout d'abord la coupe prise dans le fossé près de l'excavateur :

	de	à
Moderne :		
Terre végétale	+ 13m83	+ 13m30
Flandrien :		
Sable jaune	+ 13.30	+ 12.40
Gravier de base		+ 12.40
Boldérien :		
Bande sableuse vert clair sans fossiles	+ 12.40	+ 12 00
Zone à ossements et dents		+ 12.00
Sables gris-noir avec nombreux fossiles	+ 12.00	+ 9.00

Depuis la cote + 12.40 jusque + 9.00, nous sommes dans un horizon nettement déterminé comme : sables noirs dits miocènes boldériens. Comme M. le conservateur Rutot l'a observé au fort de Kessel, et moi-même à Anvers, il y a ici une zone supérieure sans fossiles, puis une zone à ossements et dents de squales, et une troisième zone de haute importance, car les fossiles y sont nombreux et intéressants; *Lucina borealis*, *Cyprina islandica*, *Panopaea Menardi* ou *Faujasi*, *Tellina Benedeni* y abondent. La mauvaise saison et les gelées m'ont empêché de tamiser les sables, mais dès que le temps s'y prêtera, je ne doute pas d'apporter encore une intéressante contribution à l'étude des sables noirs dits miocènes boldériens.

Je dois à la si courtoise amabilité du lieutenant commandant le fort le très intéressant sondage qu'il y a fait et qui correspond comme données générales avec deux sondages que M. Mourlon, directeur du Service géologique, a faits à peu de distance.

	de	à
MODERNE :		
Terre végétale	+ 13m88	+ 13m30
FLANDRIEN :		
Sable ferrugineux	+ 13.30	+ 12.80
Sable jaune rougeâtre argileux.	+ 12.80	+ 12.30
Gravier de base		+ 12.30
BOLDÉRIEN :		
Sable noir verdâtre argileux	+ 12.30	+ 10.95
Sable noir mouvant	+ 10.95	+ 10 45
Sable noir coquillier	+ 10.45	+ 8.00
RUPÉLIEN :		
Argile de Boom oligocène	+ 8.00	— 36.44
ASSCHIEN :		
Sables asschiens	— 36.44	

Telles sont les quelques coupes géologiques qu'il m'a paru utile de mentionner; mais elles ne sont évidemment que le premier élément d'étude pour certains forts plus particulièrement intéressants.

A. Rutot. — **Les découvertes de M. le Prof^r V. Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens.**

J'ai déjà eu l'occasion, à diverses reprises, de parler des observations méthodiques entreprises par M. le Prof^r V. Commont aux environs d'Amiens et notamment à Saint-Acheul et à Montières, et d'exposer les résultats de ses intéressantes recherches (1).

Chaque année, ces résultats deviennent plus appréciables et plus précis, et M. Commont a fait connaître en 1909, au cours de divers congrès (Beauvais et Lille), le détail et les conclusions de ses dernières explorations.

Ces résultats sont d'un grand intérêt, tant au point de vue géologique qu'au point de vue préhistorique, car ils nous permettent non seulement de rectifier certaines idées sur l'âge réel de plusieurs industries paléolithiques, mais ils nous font voir sous un jour nouveau certains problèmes relatifs au mode de formation et au synchronisme des couches du Quaternaire supérieur.

Après avoir étudié patiemment les couches inférieures du Quaternaire de la vallée de la Somme, M. Commont a entrepris de longues et difficiles recherches dans les couches du Quaternaire moyen et du Quaternaire supérieur, et ces explorations l'ont conduit à la constatation de l'existence de nombreux niveaux à industries préhistoriques, qui jettent un jour lumineux sur l'âge réel, resté si longtemps indécis, des dépôts des cavernes.

C'est l'étude du limon supérieur dit *Ergeron* qui a surtout capté l'activité du zélé chercheur dans ces derniers temps, et cette étude a déjà conduit à des découvertes d'une grande importance.

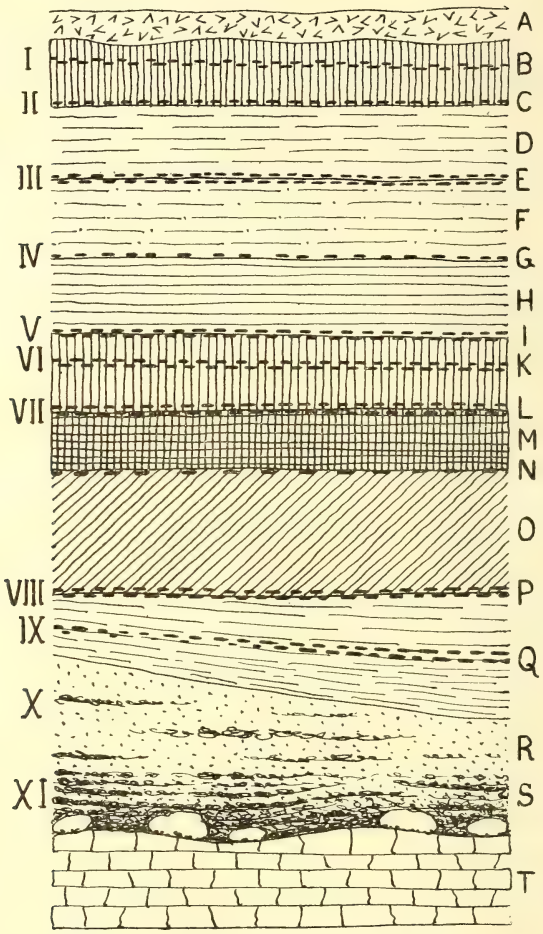
Je désirerais, dans les pages suivantes, donner une idée précise de l'ensemble des résultats qui découlent des recherches de M. Commont.

D'une manière générale, en combinant les données fournies par les

---

(1) A. Rutot, *Les découvertes de M. Commont à Saint-Acheul.* (Bull. Soc. d'Anthrop. de Bruxelles, t. XXIV, 1905.) — *Géologie et Préhistoire.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XX, 1906.) — *Découverte d'un atelier de taille du Paléolithique ancien à Saint-Acheul,* par M. Commont. (Bull. Soc. d'Anthrop. de Bruxelles, t. XXV, 1906.)

coupes de Saint-Acheul et de Montières, on en arrive à pouvoir dresser la coupe type suivante des strates composant l'ensemble du Quaternaire de la vallée de la Somme.



Coupe schématique des dépots quaternaires des terrasses de la vallée de la Somme, autour d'Amiens, avec indication du niveau des industries qui s'y rencontrent.

A. Terre à briques remaniée, à industries néolithiques.

B. Terre à briques non remaniée renfermant, vers le haut, le niveau à grandes lames de Belloy-sur-Somme (I).

C. Niveau caillouteux de Montières, à instruments patinés en blanc, de type aurignacien (II).

D. Ergeron supérieur, ou de Montières.

E. Niveau caillouteux de Montières, caractérisé par la présence de grands instruments à patine blanche de type moustérien, sans coups-de-poing amygdaloïdes (III).

F. Ergeron moyen.

G. Niveau caillouteux avec quelques grands éclats de débitage et un beau coup-de-poing (IV).

H. Ergeron inférieur.

I. Niveau caillouteux avec nombreux instruments à patine marbrée, renfermant un mélange d'assez nombreux beaux coups-de-poing, avec d'abondantes « pointes moustériennes » longues et étroites, de type particulier (V).

K. Limon noirâtre, tourbeux, traces d'un ancien sol, avec un niveau à industrie (VI) intercalé, où se rencontrent de très beaux instruments du type de l'Acheuléen II, minces, bien retouchés, à patine blanche, porcelanée.

L. Lit caillouteux avec industrie composée de lames épaisses, et de pointes de type moustérien à base retouchée (VII).

M. Limon rougeâtre, équivalent du limon fendillé de M. Ladrière.

N. Faible lit caillouteux, sans industrie à Amiens.

O. Groupe limoneux inférieur.

P. Lit caillouteux avec industrie Acheuléen I (VIII).

Q. Sable argileux ou glaise, renfermant, à Saint-Acheul (Exploitation Tellier),un atelier de taille de la transition du Chelléen à l'Acheuléen I (IX).

R. Sable avec lits graveleux, à industrie de type chelléen (X).

S. Gros gravier et cailloutis de fond, avec instruments amygdaloïdes rudimentaires de type strépyien et quelques éolithes (XI).

T. Craie blanche.

Cette coupe, qui comprend la Terre à briques et l'Ergeron, les « limons moyens » de Ladrière ou limon hesbayen des géologues belges et le Campinien, renferme donc, à des niveaux précis, onze lits caillouteux montrant toute la succession des industries paléolithiques.

Pour le moment, elle n'a pas sa pareille, même de loin, dans le monde entier [1].

Reprenons l'étude détaillée des divers niveaux de cette coupe en

---

[1] Au point de vue géologique, la coupe de l'Exploitation Helin, à Spiennes, près Mons (Belgique) est celle qui s'approche le plus de la coupe de Saint-Acheul. Elle est même notablement plus nette et plus complète pour ce qui concerne la partie infé-

commençant par le bas, afin de suivre la succession naturelle et l'évolution des industries.

On sait que c'est la craie blanche sénonienne, avec silex, qui constitue le soubassement général ; c'est dans cette craie, primitivement surmontée de couches de l'Éocène inférieur, que la vallée de la Somme s'est creusée.

S. Graviers de fond ou graviers inférieurs. *Niveau XI.* — Ces graviers sont composés de rognons de silex plus ou moins entiers, avec gros fragments de grès landeniens et autres matériaux variés [1] ; leur épaisseur est généralement grande, de 1m50 à 3 mètres et plus; les éléments ont une disposition stratifiée, ils sont traversés de lits de gravier fin ou de gros sable blanc. Des coquilles fossiles du Sparnacien (Landenien supérieur), telles que *Melania inquinata* et *Potamides funatus*, provenant de la dénudation des couches de l'Éocène inférieur, sont parfois mélangées au sable.

On rencontre, de plus, dans le gravier, des restes de la faune de l'*Elephas antiquus*.

Anciennement, ces graviers inférieurs ont fourni des instruments amygdaloïdes grossiers, à taille intentionnelle, mais rudimentaire, qui caractérisent notre *industrie strépyienne*.

Avec ces instruments taillés se rencontrent des éclats utilisés comme couteaux, racloirs, grattoirs et perçoirs, ainsi que des percuteurs.

Certains éclats portent le bulbe de percussion; les autres sont des éclats naturels utilisés, pouvant être considérés comme des Éolithes; ces derniers sont vraisemblablement plus anciens que les éclats de débitage, qui sont de l'âge des instruments taillés strépyiens.

R. Sable avec lits graveleux a industrie chelléenne. *Niveau X.* — Ce sable, ordinairement meuble, porte le nom de « sable maigre » que l'on a transformé en « sable aigre ». Il est plus ou moins

---

rieure, restée intacte, sans ravinements postérieurs. On se rappellera qu'à l'Exploitation Helin le Quaternaire inférieur (Moséen) montre deux niveaux éolithiques (*Mafflien* et *Mesvinien*), puis, que les sables et la glaise formant la moitié inférieure du Quaternaire moyen (Campinien) renferment successivement : le *Strépyien*, le *Chelléen*, puis l'*Acheuléen I;* mais là s'arrêtent les niveaux à industries, tandis qu'ils continuent, nombreux, à se succéder autour d'Amiens.

[1] Ces grès, en gros blocs à surface mamelonnée, appartiennent au Sparnacien (Éocène inférieur) du Bassin de Paris.

développé, généralement mal, car il a été souvent presque complètement dénudé.

Lorsque le sable à lits graveleux est bien représenté, il renferme, vers le haut, des coups-de-poing taillés sur les deux faces, à grands éclats et de forme peu régulière, qui répondent en tous points à la définition du coup-de-poing *chelléen* typique.

Ces instruments amygdaloïdes grossiers, mais non rudimentaires, en certains points très nombreux, sont accompagnés d'éclats de débitage, avec bulbe de percussion, utilisés et retouchés; ils n'ont pas l'apparence usée, tandis que les instruments strépyiens et les Éolithes des graviers inférieurs ont leurs angles toujours plus ou moins arrondis par le transport ou par le passage d'eaux courantes chargées de sable.

Q. Sable argileux ou glaise. *Niveau IX.* — Cette couche, toujours située au sommet du « sable maigre », présente des facies variés. Elle se montre, soit sous forme de glaise verdâtre, soit de sable brun argileux très compact, ou aussi de limon blanc, très calcareux, très coquillier, dit improprement *terre à pipes*, qui s'est surtout développé sur la basse terrasse, où M. Commont croit qu'il a formé une couche continue, soumise ensuite à des ravinements ultérieurs.

Au niveau de la terrasse qui s'étend à quelques mètres au-dessus de la basse terrasse, le terme dont nous nous occupons est habituellement glaiseux et, à l'Exploitation Tellier, il a $1^{m}50$ d'épaisseur.

C'est dans cette exploitation, à $0^{m}80$ sous la surface du sable argileux, que se trouve le si intéressant atelier de débitage et de taille découvert et signalé par M. Commont. Les rares pièces terminées et bien caractérisées, restées parmi les débris de taille et les nuclei constituant l'atelier, indiquent nettement la transition entre le type d'instrument amygdaloïde chelléen qui se trouve plus bas et celui des pièces acheuléennes rencontrées plus haut.

Des ossements ont été trouvés au même niveau; ils consistent en molaires d'*Elephas antiquus*, en restes d'un grand Cheval et d'un grand Bovidé.

On voit donc qu'à Amiens, la faune de l'*Elephas antiquus* monte jusque dans la glaise, alors qu'en Belgique nous sommes déjà en pleine faune du Mammouth depuis le niveau à industrie strépyienne, correspondant aux « graviers inférieurs » (1). La limite entre les deux

(1) A. Rutot, *Les deux grandes provinces quaternaires de la France.* (Bull. Soc. préhistorique de France, 1908.)

provinces géographiques : celle du Nord, où vit la faune du Mammouth, celle du Sud, où continue à se développer la faune de l'*Elephas antiquus*, à la fin de la première moitié du Quaternaire moyen, passe donc nettement au Nord d'Amiens; une fois le dépôt de la glaise terminé, la limite zoologique descend beaucoup plus au Sud, englobant la vallée de la Somme et celle de la Seine dans la région où existe, dès lors, la faune du Mammouth.

La grande extension de la faune du Mammouth concorde donc avec le commencement de la deuxième moitié du Quaternaire moyen.

P. Lit caillouteux avec industrie acheuléenne. *Niveau VIII*. — Ce lit caillouteux est très irrégulièrement développé. Tantôt il est à peine visible, tantôt il est bien marqué; parfois il se compose principalement de menus fragments de craie blanche (*Prêle* de M. Ladrière). C'est à ce niveau que l'on rencontre les coups-de-poing ovales, à Saint-Acheul, tandis qu'à Montières leur forme reste pointue, c'est-à-dire amygdaloïde; c'est donc là que se trouve l'*Acheuléen inférieur* ou *Acheuléen I* typique.

O. Groupe limoneux inférieur. — On sait que M. Ladrière a donné le nom de « limons moyens » à un groupe de facies limoneux superposés dont l'ensemble correspond au *limon hesbayen* des géologues belges.

La qualification de « limons moyens » leur a été donnée parce qu'ils sont compris entre le groupe des alluvions inférieures et le groupe des « limons supérieurs ».

D'après M. Ladrière, le groupe des limons commence par un *gravier de base*, dont l'un des aspects locaux est la *prêle* ou accumulation de petits fragments de craie blanche plus ou moins roulés et stratifiés.

Au-dessus s'étend le *limon panaché*, grisâtre, argileux ou sableux, avec nombreuses concrétions ferrugineuses et filiformes.

Puis vient le *limon moucheté*, avec taches noires et traces végétales.

Le *limon fendillé*, rougeâtre, surmonte le limon moucheté, puis le tout est recouvert du *limon gris à Succinées* parfois marneux, parfois noirâtre et cendreux, souvent absent ou fort réduit, à cause de ce qu'il a dû subir l'effet des dénudations postérieures.

Le terme O de la coupe, dont nous nous occupons ici, n'est pas constitué par les quatre divisions de Ladrière; d'abord, il ne comprend pas le *gravier de base* qui, pour nous, forme le sommet du Campinien, d'autant plus que le stade industriel Acheuléen I s'est

écoulé entre son dépôt et celui du groupe limoneux qui le surmonte; ensuite notre terme O ne renferme que les deux premières strates des « limons moyens », à l'exclusion des deux supérieures.

Ainsi délimité, notre « groupe limoneux inférieur » n'a jamais fourni, jusqu'ici, d'indication au point de vue industriel, c'est un groupe stérile, et cela se comprend aisément, parce qu'il correspond au dépôt de l'énorme crue hesbayenne, ce qui exclut toute occupation de la région.

N. Faible lit caillouteux. — Dans le Nord de la France, on aperçoit parfois, dans les coupes où se montrent les superpositions des termes des « limons moyens », un faible lit caillouteux. A Paris (Villejuif), au Havre et en d'autres points, ce mince lit renferme des éclats de silex, avec bulbe de percussion, parfois utilisés et bien retouchés : couteaux, racloirs, grattoirs, etc., accompagnés de magnifiques instruments amygdaloïdes symétriques, finement travaillés, minces, à patine blanche porcelanée, l'ensemble de cette superbe industrie constituant le facies supérieur de l'Acheuléen, ou *Acheuléen II.*

A Amiens, d'après les recherches de M. Commont, il n'en est pas ainsi; des traces du faible cailloutis existent au niveau voulu, mais on n'y rencontre aucune industrie.

M. Limon rougeatre ou « limon fendillé ». — Nous abordons maintenant l'étude des deux strates supérieures des limons moyens, qui comprennent le *limon fendillé*, surmonté des traces subsistantes du *limon gris à Succinées* ou de ses variantes.

Or, autour d'Amiens, si la base du premier terme n'a rien fourni, en revanche le sommet recèle une très intéressante industrie dont nous fait avons un terme spécial de notre coupe.

L. Lit caillouteux au sommet du « limon fendillé », avec industrie de lames et de pointes moustériennes a base retouchée. *Niveau VII.* — Aux environs d'Amiens, le bel Acheuléen II, absent à la base du « limon fendillé », n'apparaît pas non plus à son sommet. Au niveau VII, M. Commont a rencontré, non sans un certain étonnement, une industrie constituée en majeure partie par des lames épaisses, à section triangulaire, parfois très bien venues, parfois assez irrégulières, de teinte brunâtre, dont bon nombre sont pointues. Les bords de ces lames portent des traces d'utilisation comme couteaux et racloirs, très rarement comme grattoirs. Ces lames ont de 10 à 20 centimètres de

longueur. Avec ces lames se rencontrent quelques éclats Levallois plats et de belles grandes « pointes moustériennes » dont la forme primitive triangulaire a été rendue plus ou moins losangique par une véritable taille régulière faite tout le long de la base. Cette taille à la base et la rectitude des longs côtés donnent à ces pointes une forme particulière qui incite à les considérer non comme des racloirs doubles, mais comme des pointes de lances. Les éclats dont ces pointes sont formées présentent encore la particularité d'avoir, sur la face retouchée, l'empreinte en creux du bulbe de percussion de celui enlevé précédemment, correspondant exactement avec le bulbe de percussion en relief de l'éclat utilisé. La section n'est donc pas triangulaire, mais biconcave.

M. Commont, pas plus que moi-même, ne connaissons jusqu'à présent d'industrie semblable à celle trouvée dans le niveau situé entre le limon fendillé et le limon tourbeux supérieur. Le grand nombre de lames est anormal. Il est difficile de savoir s'il s'agit d'un vrai facies original ou d'un aspect particulier d'un facies connu. De nouvelles recherches seront nécessaires pour préciser ce niveau industriel, que M. Commont croit intermédiaire entre l'Acheuléen II et le Moustérien.

K. Limon noiratre, tourbeux, traces d'un ancien sol, avec industrie de l'Acheuléen II. *Niveau VI.* — On se rappellera que dans l'échelle stratigraphique des couches quaternaires, le *limon gris à Succinées* de M. Ladrière succède au limon fendillé.

Ce limon gris présente des aspects locaux différents, mais, d'une manière générale, il est toujours tourbeux et, dans les Flandres, il passe même à de la vraie tourbe.

Le terme dont nous nous occupons est donc un dépôt limoneux abandonné dans des dépressions marécageuses, passant latéralement à une sorte d'humus de forêts.

Or, aux environs d'Amiens, lorsque la couche noirâtre, trace d'un ancien sol d'humus, existe au sommet du limon fendillé, elle renferme parfois, ainsi que nous le montre M. Commont, la plus belle industrie acheuléenne supérieure connue.

D'après notre confrère, cette industrie, voisine de celle de « Chez Pourré » dans la Corrèze, pourrait aussi être synchronique de celle, à facies différent, de La Micoque (Dordogne). Ce serait la transition de l'Acheuléen II au Moustérien

C'est à ce niveau que se rencontrent les magnifiques coups-de-poing

minces, parfois triangulaires, admirablement travaillés, à patine blanche lustrée, porcelanée.

On voit donc que, pendant toute la fin de l'époque des limons moyens, il y a eu, chaque fois que la région franco-belge était praticable, des passages de tribus de la fin de la belle période acheuléenne, qui ont parsemé de leurs stations les environs de Paris, la Seine inférieure, la Somme, l'Aisne et l'Oise, avec pénétration en Belgique, jusqu'à la vallée de la Meuse, à un moment donné.

I. Niveau caillouteux dit « de la base de l'Ergeron ». *Niveau V.* — Reposant sur le sommet des « limons moyens », s'observe un cailloutis souvent bien marqué, dont les matériaux sont ordinairement mélangés à des éclats de silex avec bulbe de percussion, indiquant des ateliers de débitage.

Autour d'Amiens — comme à Villejuif, au Havre, à Rouen, à Beauvais, etc. — ce niveau est très riche, et M. Commont y a recueilli les éléments d'une industrie composée de beaux coups de-poing de type acheuléen, de formes diverses, parfois grands, accompagnés de « pointes moustériennes » très longues, minces, de forme particulière, « de racloirs moustériens » et de quelques autres outils, le tout à patine marbrée ou vermiculée.

Bien que je ne me laisse pas hypnotiser dès l'apparition d'un racloir double, pointu, dit « pointe moustérienne », ni par celle d'un racloir simple de forme banale, dit « racloir moustérien », que l'on rencontre, avec des formes semblables, à tous les niveaux depuis le Strépyien, je reconnais qu'ici leur *abondance relative* donne à ces outils une importance réelle, et je suis d'avis de considérer ce niveau à industrie comme représentant le vrai *Moustérien.*

Je crois que M. Commont est entièrement d'accord avec moi à ce sujet.

J'admets du reste parfaitement que cette industrie se rattache au Moustérien inférieur, à coups-de-poing relativement nombreux, qui se rencontre au Moustier et à la Ferrassie dans le Périgord, niveau qui a fourni à M. O. Hauser le squelette néanderthaloïde du Moustier et, plus récemment, à M. Péyrony le squelette de même race de la Ferrassie [1].

---

[1] A. Rutot, *Coup d'œil synthétique sur l'époque des cavernes.* (Mém. Soc. belge de Géol., t. XXIII, 1909.)

Jusqu'à preuve du contraire, je tiens donc comme d'âge moustérien inférieur l'industrie à coups-de poing et à « pointes » et « racloirs moustériens » contenue dans le cailloutis situé à la base de l'Ergeron.

H. Ergeron inférieur. — C'est à partir de l'Ergeron que les découvertes de M. Commont ont une haute valeur scientifique, et ces trouvailles ont non seulement une importance considérable au point de vue préhistorique, mais elles en ont une non moins grande au point de vue géologique.

Autour d'Amiens, l'Ergeron inférieur est généralement argileux, roux, avec zone sableuse à la base. Sa masse n'a fourni aucun instrument.

G. Niveau caillouteux. *Niveau IV.* — Entre l'Ergeron inférieur et l'Ergeron moyen existe un niveau caillouteux mince dont l'exploration, jusqu'à présent, n'a pas donné de résultats concluants.

M. Commont y a trouvé des grands éclats de débitage, auxquels se trouvait associé un seul beau coup-de-poing de type acheuléen.

Il n'est pas douteux que la pauvreté relative de ce niveau ne rebutera pas M. Commont, et il est vraisemblable qu'un jour le zélé chercheur y rencontrera une série de silex bien caractérisés.

En attendant, on peut admettre que ce niveau appartient encore au *Moustérien moyen* ou plutôt au *Moustérien supérieur*.

F. Ergeron moyen. — Cet Ergeron est ordinairement jaune, très sableux, et montre une zone rubéfiée à la partie supérieure, trace d'un ancien sol. Il ne renferme aucun niveau industriel.

E. Niveau caillouteux. *Niveau III.* — M. Commont a trouvé, dans le lit caillouteux séparant l'Ergeron moyen du supérieur, une industrie à facies assez spécial, caractérisée par la présence de très grands éclats de débitage dits de « type Levallois », accompagnés d'assez nombreux racloirs de « type moustérien » et de « pointes moustériennes » d'aspect négligé.

Aucun coup-de-poing n'a été recueilli à ce niveau.

M. Commont admet, je crois, que ce niveau représente le *Moustérien*, facies supérieur. Pour ce qui me concerne, j'ai été frappé de la grande ressemblance existant entre les racloirs de ce niveau et ceux de la Quina et du Petit-Puymoyen, dans la Charente, ainsi qu'avec ceux du niveau d'Hastière des cavernes belges (Hastière, Spy, Engis et Fond-de-Forêt, notamment).

Or, on sait que je place le niveau moyen de la Quina dans l'*Aurignacien inférieur*, et c'est à cette industrie que je rapporte l'ensemble des instruments recueillis par M. Commont dans le niveau caillouteux inférieur *E*.

Ici donc, il n'y a nulle discussion de fait, il n'y a que nuance dans l'interprétation d'un même fait.

D. Ergeron supérieur de Montières. — A Saint-Acheul, à l'ancienne exploitation Dupont, aujourd'hui Bultel, nous trouvons, au-dessus de l'Ergeron moyen, un Ergeron supérieur très calcareux, renfermant de nombreux grains de craie.

De même, à Montières les niveaux caillouteux à industrie aurignacienne sont surmontés d'un Ergeron blanchâtre, très calcareux et sableux.

La masse de cet Ergeron supérieur ne renferme aucun instrument.

C. Niveau caillouteux de Montières, a instruments patinés en blanc. *Niveau II*. — Ce cailloutis repose sur l'Ergeron supérieur et il renferme une industrie d'un haut intérêt.

L'outillage est encore, en grande partie, à base de lames, de grandeur moyenne et patinées en blanc.

En étudiant les récoltes de M. Commont, on reconnaît que les lames sont minces, régulières, et parmi elles se rencontrent de très jolis instruments, très bien caractérisés.

Dans la belle série de M. Commont on distingue de très bons grattoirs typiques arrondis, formés d'un éclat subcirculaire ou ovale, des grattoirs sur lames, des burins plus ou moins bien réussis, des lames à dos abattu, assez petites, des lames à bout rendu pointu par de fines retouches et simulant des perçoirs.

Fait important, les bords des lames ne sont pas esquillés ou retouchés, ce qui les différencie des types de l'Aurignacien moyen, de sorte qu'on ne trouve guère, comme point de comparaison, pour l'interprétation de l'âge de cette industrie, que l'Aurignacien supérieur du type de la Font-Robert, de la Gravette et du Trou Magrite, ou le Solutréen de Laugerie-Haute.

En l'absence des pointes de flèches de la Font-Robert, d'une part, et de toutes les pointes en feuille de laurier ou à cran du Solutréen, il est impossible de se décider pour l'âge aurignacien supérieur ou pour l'âge solutréen ; mais si l'on part de l'idée, que j'ai déjà émise en plusieurs occasions, que le Solutréen est une époque de concentration

des tribus vers le centre de la France, accompagnée d'un formidable développement de l'armement, on en arrive à la conclusion — provisoire — que l'industrie du niveau *C* représente plutôt l'Aurignacien supérieur que le Solutréen.

B. Terre a briques en place, avec niveau a grandes lames de Belloy, vers le haut. *Niveau I*. — On sait que le dernier terme du Quaternaire supérieur, tant en France qu'en Belgique, est la *Terre à briques*.

Pour M. Commont, cette terre argileuse ne serait que le résultat de la décalcification, par infiltration des eaux atmosphériques, de l'Ergeron calcareux sous-jacent.

Je ne puis juger, sans avoir fait des expériences précises, si l'opinion de M. Commont est exacte ou inexacte pour les environs d'Amiens, mais d'après ce que je sais de l'étude de l'Ergeron de Belgique et du Nord de la France, je ne suis pas enclin à accepter la manière de voir de notre confrère.

Ce que j'ai personnellement constaté me conduit à considérer, comme l'admettait du reste M. Ladrière, la terre à briques comme un dépôt autonome, indépendant de celui de l'Ergeron.

En décalcifiant l'Ergeron tel que je le connais en beaucoup de points, on n'obtiendrait certainement pas de la terre à briques, car l'Ergeron ne possède point une teneur en argile proportionnelle à celle renfermée dans la terre à briques.

Je me demande si M. Ladrière n'a pas confondu le mode de formation de la terre à briques de l'Ergeron avec celui de la terre à briques du Hesbayen et du Brabantien.

En Belgique, l'un et l'autre de ces limons calcareux affleurent directement au sol et leur surface est alors sujette aux influences qui décalcifient et qui oxydent.

Au sommet de l'un et de l'autre des deux limons cités ci-dessus, il se forme réellement, par oxydation et décalcarisation, une terre plus ou moins argileuse et activement exploitée pour la fabrication des briques; mais dans ce cas on peut étudier le processus de la transformation et voir que la terre à briques qui s'élabore est bien le résultat des phénomènes chimiques d'altération.

La vraie terre à briques de l'Ergeron, par sa teneur en argile, par sa base généralement nette, n'évoque pas un semblable processus, et, à mon avis, cette conclusion se trouve encore renforcée par l'existence, au sommet du sable marin flandrien, correspondant de l'Ergeron, d'une couche argileuse appelée *leem* par les ouvriers, utilisée également à la

fabrication des briques et qui est un facies latéral poldérien de la terre à briques de l'Ergeron.

Pour terminer cette petite discussion, en somme bien peu importante, je dirai simplement qu'il se peut que M. Commont ait raison pour les environs d'Amiens, mais que sa conclusion ne peut être étendue et généralisée à toute l'étendue couverte par la terre à briques de l'Ergeron.

Cela étant, abordons le sujet vraiment intéressant, celui de l'industrie renfermée dans la masse de la terre à briques « en place », c'est-à-dire dans la partie inférieure, n'ayant pas subi l'effet des remaniements superficiels.

Vers le haut de la terre à briques en place, M. Commont a reconnu l'existence d'une industrie dite des grandes lames de Belloy-sur-Somme.

Parfois, par suite de circonstances diverses, ce niveau supérieur n'existe pas, ou il est tellement rapproché du précédent, que l'on peut prendre l'un pour l'autre.

Dans les premiers temps de ses recherches, M. Commont n'a pu distinguer le niveau C ou II du niveau I, existant vers le sommet de la terre à briques; il s'en est suivi des mélanges qui ont plus ou moins faussé les conclusions; mais aujourd'hui, des observations minutieuses et une longue expérience pratique ont permis à notre zélé collègue de reconnaître sûrement les deux niveaux à industrie, et l'ensemble des objets recueillis dans le niveau supérieur I présente maintenant un facies spécial, qui le différencie très bien du contenu du niveau II.

A l'état pur, l'industrie du niveau de Belloy est constituée presque exclusivement par de grandes lames en beau silex noir à patine légère, bleuâtre, souvent brisées intentionnellement par le milieu et utilisées comme couteaux, grattoirs simples, grattoirs sur lame, burins, le tout d'un travail peu soigné, le résultat cherché paraissant être obtenu par le moyen le plus simple et le plus facile.

Certaines des plus grandes lames portent quelques retouches d'accommodation assez grossières permettant de s'en servir comme poignards. Avec les instruments se rencontrent les nucléi d'où l'on a détaché les lames.

A première vue, cette industrie paraît assez déconcertante, et l'on n'en connaît guère d'équivalente, surtout en France. Les instruments utilisés sont surtout ceux du Magdalénien, et c'est effectivement avec le Magdalénien de la Madeleine que les ressemblances paraissent les plus grandes, bien qu'il n'y ait pas identité.

En Belgique, nous possédons un niveau, celui dit « de Goyet », qui se rapproche beaucoup de celui de Belloy-sur-Somme, et, précisément, c'est ce niveau que nous avons le plus de peine à assimiler à l'un des niveaux du Périgord.

L'industrie du niveau de Goyet ne s'identifie pas avec la Madeleine, ni avec Laugerie-Basse ; elle semble avoir un facies un peu plus ancien, et on y a trouvé quelques lames ovales et épaisses ressemblant plus ou moins à des pointes solutréennes.

Mon idée a toujours été que Goyet — où existe encore la faune complète du Mammouth — pourrait représenter un facies local contemporain du Solutréen, c'est-à-dire que les descendants d'émigrés de l'Aurignacien supérieur ne se seraient plus sentis menacés par le danger qu'ont paru redouter les vrais Solutréens, et que les tribus occupant le Nord de la France et la Belgique ne se sont pas repliées vers le centre et sont restées étrangères à l'évolution caractéristique du Solutréen.

Pour ce qui me concerne, j'assimile donc l'industrie de Belloy — qui se rencontre en d'autres points autour d'Amiens et notamment à Montières — à celle du niveau supérieur de Goyet, dont je fais soit un représentant atypique du Solutréen, soit un Magdalénien très inférieur.

En réalité, dans le Nord, nous ne possédons rien qui représente exactement la Madeleine ; notre niveau de Goyet paraît être un stade antérieur, tandis que notre niveau de Chaleux et de Furfooz représente un horizon plus élevé, où le Mammouth n'existait plus.

Du reste, les tribus qui vivaient, pendant le Paléolithique, au Nord de la Seine, paraissent n'avoir eu que des contacts incomplets avec les populations du Midi, et, bien que dans le Nord nous puissions reconnaître en gros les industries moustériennes, aurignaciennes et magdaléniennes, il n'y a jamais eu identité des deux côtés, à cause d'évolutions locales plus ou moins particulières.

Telles sont les conclusions que l'on peut tirer, au point de vue préhistorique, de l'étude des importantes recherches de M. Commont.

D'autres conclusions découlent encore, au point de vue géologique, des observations du zélé et sympathique explorateur.

En effet, si nous jetons maintenant un coup d'œil sur l'ensemble des découvertes faites dans les limons de l'Allemagne et de l'Autriche-Hongrie, nous constatons qu'il y a de très intéressantes comparaisons à établir entre le Quaternaire moyen et supérieur du Nord de la France, de la Belgique et de l'Est de l'Europe.

Depuis assez longtemps déjà, les vallées du Rhin et du Danube ont révélé l'existence d'un certain nombre de stations d'un haut intérêt, sur

lesquelles on possède des données très précises quant à la position stratigraphique, à la faune et à l'industrie.

Rappelons d'abord que dans l'Est de l'Europe, les géologues ont reconnu l'existence de deux limons superposés, un inférieur souvent sableux, très stratifié, connu sous le nom de vieux Löss (*älterer Löss*) ou de Löss sableux (*Sandlöss*), et un supérieur, généralement très épais, fin, poussiéreux, friable, non argileux, se laissant facilement découper en tranches verticales non ébouleuses et qui constitue le vrai Löss ou Löss éolien, ou encore jeune Löss (*jüngerer Löss*). Ce limon peut sembler recouvert d'une sorte de terre à briques dite *Lehm*, qui est bien la résultante de l'altération superficielle et de la décalcarisation du Löss par l'infiltration des eaux pluviales.

Le vieux Löss n'a jamais fourni de traces d'industries, à ma connaissance, mais le jeune Löss renferme, tant sur les bords du Rhin qu'en Basse-Autriche, dans la vallée du Danube, en Moravie et en Pologne, des gisements dont Munzingen, Krems, Aggsbach, Willendorf, Brünn, Predmost, etc., sont les principaux.

L'absence d'industrie dans le vieux Löss n'a rien d'étonnant, puisqu'il correspond au dépôt de la grande crue hesbayenne en Belgique, aux limons moyens de Ladrière; mais la présence de stations, parfois très importantes, dans le jeune Löss se comprend, puisque ce limon n'est dû qu'à l'accumulation de poussières soulevées par des vents secs venant de l'Est.

Bien que le climat correspondant à de tels phénomènes ne dût avoir rien d'attrayant, des populations de l'âge du Mammouth n'en ont pas moins quitté le Périgord pour essaimer dans le Nord de la France et la Belgique, vers le Rhin, la Suisse et la vallée du Danube jusqu'aux frontières de Russie, et aussi vers les bords de la Méditerranée.

Les premiers essaims sont partis vers la fin du Moustérien, et c'est en possession de cette industrie qu'ils ont quitté la France centrale sans esprit de retour.

Parties avec l'industrie de la fin du Moustérien, les familles, en prenant le caractère essentiellement nomade, ont évolué à leur manière et ont ainsi peu à peu modifié leur industrie.

Ces familles, qui avaient joui, dans leur pays d'origine, du confort très relatif des abris-sous-roche, ont donc recherché soit ceux-ci, soit les véritables cavernes lorsqu'elles en ont rencontré, et c'est ainsi que, à des époques successives, nous les voyons abritées dans la Charente et en Belgique, en Suisse au Wildkirchli, en Wurtemberg, en Moravie, en Croatie (Krapina), en Italie, à Grimaldi et en Sicile, puis en Espagne;

mais, d'autre part, dans leur course vagabonde, les émigrants sont parvenus dans des régions où il n'existait ni cavernes ni abris sous-roche, et alors, oubliant les mœurs de leurs ancêtres, ils se sont contentés de campements en plein air, sur les plateaux ou sur des versants de vallées, et c'est ainsi que nous les trouvons dans le Nord de la France, dans le Hainaut (Belgique), sur les bords du Rhin (Munzingen), sur les bords du Danube (Krems, Aggsbach, Willendorf, etc.), à Brünn et à Predmost (Moravie), sur les bords de l'Ilm (Taubach et Ehringsdorf) et jusqu'en Pologne et en Russie (Kiew et Mézine).

Toutes ces populations errantes, d'origine moustérienne, en évoluant, sont passées à l'Aurignacien, puis elles ont connu une époque de retrait ou de concentration pendant le Solutréen; enfin a eu lieu une expansion magdalénienne beaucoup moins importante, mais qui a pénétré jusqu'en Russie, en passant par la Suisse (Schweizersbild, Kesslerloch, etc.).

Si nous considérons les trouvailles faites dans le Löss éolien entre les bords du Rhin et la frontière de Russie, nous constatons qu'elles appartiennent en majeure partie à l'Aurignacien, divisible, sans trop de peine, en deux facies correspondant aux assises moyenne et supérieure.

Willendorf et Aggsbach représentent plutôt le facies moyen, Krems, Brünn et Predmost appartenant plutôt à l'Aurignacien supérieur ou au Solutréen inférieur.

Tous ces gisements renferment le Mammouth en quantité, et je ne connais guère jusqu'ici, parmi eux, de station me paraissant nettement magdalénienne. Il faut pousser jusqu'en Russie pour rencontrer la si intéressante découverte de Mézine, que M. le Prof^r Volkov nous a fait récemment connaître et que l'on peut dater comme Magdalénien inférieur [1].

En somme, dans la vaste région couverte par le Löss éolien, c'est ce dépôt qui paraît être le dernier terme du Quaternaire, mais il se peut qu'il ait continué à se former jusqu'à la fin de la période.

Quoi qu'il en soit, il est prouvé qu'au moins tout l'Aurignacien s'est écoulé pendant le dépôt du Löss éolien et que ce limon, au moins dans le Sud de la Russie et peut-être aussi en Autriche, a encore continué à se déposer pendant le Magdalénien.

---

[1] M. le Prof^r Th. Volkov, de Saint-Pétersbourg, a présenté ses découvertes de Mézine à Paris, en 1909, lors de la célébration du cinquantenaire de la Société d'Anthropologie de Paris.

Or, grâce aux recherches de M. Commont, nous savons quelle est la répartition des industries dans les limons du Nord de la France.

Nous savons notamment que le Moustérien vient se placer entre la fin définitive de la grande crue hesbayenne et le commencement de l'époque de l'Ergeron ; puis nous constatons que le Moustérien supérieur et divers niveaux de l'Aurignacien s'intercalent dans l'Ergeron en position très précise et qu'une industrie rapportable à l'Aurignacien supérieur vient se placer exactement à la limite de l'Ergeron et de la terre à briques ; puis, enfin, que vers le sommet de la terre à briques en place, apparaît le niveau à grandes lames de Belloy, que nous croyons représenter soit un facies atypique du Solutréen supérieur, soit un facies très ancien du Magdalénien [1].

Il faut donc bien alors que l'ensemble des niveaux de l'Ergeron de la vallée de la Somme concorde avec la masse du Löss éolien de l'Est de l'Europe, ainsi que le fait pressentir M. Commont.

Mais cette conclusion intéresse au plus haut point la Belgique où, au-dessus des limons moyens de M. Ladrière ou limon hesbayen, se présentent deux groupes limoneux : le limon brabantien et le limon flandrien ou Ergeron, surmonté de la Terre à briques.

Or, nous savons que le limon brabantien de Belgique est un limon poussiéreux d'origine éolienne, simple prolongement du Löss éolien d'Allemagne ; mais maintenant que les recherches de M. Commont ont éclairé la question, je ne puis plus soutenir que notre limon brabantien représente *tout* le Löss éolien de l'Est de l'Europe, comme je le croyais auparavant, ni que l'Ergeron soit un dépôt supplémentaire dont il n'existe pas de représentant en Allemagne.

Nous sommes donc maintenant amenés à admettre qu'en Belgique c'est l'ensemble du Brabantien et de *notre* Ergeron local qui représente la masse de l'Ergeron de la vallée de la Somme, c'est-à-dire, puisque notre Ergeron ne présente pas de traces de subdivisions, que notre *Brabantien* est synchronique des *deux niveaux inférieurs de l'Ergeron de la Somme*, tandis que l'*Ergeron de Belgique* avec la Terre à briques correspond à l'*Ergeron supérieur* de M. Commont, recouvert de sa Terre à briques.

Et maintenant, s'il en est ainsi, il n'existe plus, dans le Nord de la France, de lacune, comme je le croyais, attendu que précédemment je

---

[1] Une découverte fortuite de M. E. de Munck, faite près de La Louvière, nous permet de croire que le niveau à grandes lames de Belloy existe aussi en Belgique.

synchronisais l'Ergeron français avec l'Ergeron belge, ainsi que le faisait M. Ladrière, et, dès lors, il s'ensuivait que le Brabantien faisait défaut en France.

Mais puisque, grâce à M. Commont, nous pouvons maintenant synchroniser notre Brabantien avec son Ergeron inférieur et moyen, la lacune disparaît et l'harmonie est établie, ce dont je suis on ne peut plus heureux.

De même, en Allemagne, il n'y a plus de lacune correspondant à l'Ergeron, tout au plus manque-t-il peut-être, en certains points, le représentant de la Terre à briques, de sorte qu'une fois de plus la Belgique sert véritablement d'intermédiaire entre les facies développés en France et ceux existant en Allemagne.

Voilà, certes, des modifications importantes à la manière de voir que j'avais adoptée jusqu'à présent, alors que je considérais les couches en géologue et non en préhistorien, mais ce n'est pas tout.

La Terre à briques est bien certainement la dernière couche quaternaire que nous connaissions et, toujours comme géologue, nous étions en droit de croire que le dépôt de la Terre à briques s'était terminé avec la fin même du Quaternaire.

Or, voilà qu'il ne peut plus en être ainsi.

En effet, nous avons vu, avec M. Commont, que l'industrie de la base de la Terre à briques (Niveau II) ne peut guère être rapportée qu'à l'Aurignacien supérieur; puis, que vers le sommet de la partie non remaniée de la même couche, apparaît le niveau des grandes lames de Belloy (Niveau I), dans lequel nous ne pouvons guère reconnaître qu'un facies atypique du Solutréen ou un Magdalénien très inférieur.

Voilà donc le Magdalénien inférieur situé vers le sommet de la dernière couche quaternaire, d'où il résulte que presque toute l'industrie magdalénienne typique doit se trouver *au-dessus de la terre à briques*, c'est-à-dire, théoriquement, à la surface du sol, et que ses restes se sont accumulés pendant une période de tranquillité, sans dépôt, non soupçonnée jusqu'ici [1].

Il ne semble pas que l'on ait rencontré jusqu'ici des stations magdaléniennes au sommet de la terre à briques, au moins dans le Nord de

---

[1] C'est là un indice très sérieux du peu de durée probable de l'époque magdalénienne, que dans des travaux précédents j'ai évaluée à cinq mille ans.

la France [1], mais c'est probablement parce que, depuis la fin de ce dépôt, sa surface a toujours été exposée à toutes les causes de remaniements et de dénudations, tant naturelles qu'artificielles; aussi, dans la partie superficielle remaniée de la terre à briques ne mentionne-t-on que des industries néolithiques et plus spécialement l'industrie à tranchets ou Campignyien.

Cependant, il ne serait pas inutile de rechercher, parmi le très nombreux matériel campignyien, s'il ne s'est pas introduit du Magdalénien; je crois que cette recherche ne serait pas faite en vain.

Pour ce qui concerne la Belgique, je dirai que parmi les nombreux silex recueillis par M. E. de Munck, à Spiennes, sur l'emplacement de l'atelier de taille spiennien, j'en ai retiré qui présentent non seulement des caractères magdaléniens, — des grattoirs sur longues lames étroites, notamment, — mais qui sont en silex tout différent de celui de Spiennes et dépourvus de patine, alors que tous les instruments néolithiques sont très patinés.

Il y a donc là une indication intéressante qui pourrait conduire, comme à Obourg, à quelques résultats.

Je crois le moment venu de rappeler ce que j'ai déjà eu l'occasion de dire à plusieurs reprises : c'est que, tout à la fin du Quaternaire, alors que vivaient encore les derniers Magdaléniens, sous le facies des Pré-tardenoisiens, et qu'existaient encore les derniers Rennes, il a dû se passer un phénomène climatérique spécial qui a provoqué, dans presque toute l'Europe, l'écroulement des falaises rocheuses et notamment des façades de cavernes, pendant qu'à l'intérieur les plafonds s'effondraient sur les dépôts de remplissage et chassaient les derniers occupants.

C'est ce que j'ai appelé l'*époque du grand détritique*, et, en conséquence, les grands amas, les grands recouvrements de détritique principalement rocheux, considérés jusque dans ces derniers temps, par tous les géologues, comme appartenant à l'époque moderne, devront, désormais, être plutôt rattachés à l'extrême fin du Quaternaire.

Enfin, pour terminer, il y a lieu d'ajouter quelques mots sur les origines de l'Ergeron.

Dans mon travail intitulé : *Les deux grandes provinces quaternaires de*

---

[1] M. Commont me dit avoir des indices de l'existence d'une vraie industrie magdalénienne dans le Nord de la France; d'autre part, en Belgique, il existe à Obourg, mélangées à la surface du sol, un complexe extraordinaire d'industries paléolithiques et néolithiques, parmi lesquelles on rencontre des outils sur lames ayant un aspect magdalénien moyen très prononcé.

la France (1), comptant que l'Ergeron français était l'exact équivalent de l'Ergeron de Belgique, j'ai admis que tout l'Ergeron des deux pays, dont l'un n'est, du reste, que le prolongement de l'autre, avait été formé lors de la crue d'eau douce ayant accompagné la fusion, avec retrait, des glaciers de la glaciation würmienne, concordant avec une grande difficulté d'évacuation des eaux fluviales vers l'Océan.

Cette explication ne peut plus être admise pour ce qui concerne les deux termes inférieurs de l'Ergeron de la Somme, puisqu'ils sont maintenant l'équivalent de notre limon éolien brabantien et du Löss éolien de l'Est de l'Europe.

Mais s'ils sont l'équivalent du *jüngerer Löss*, ils n'en ont ni la composition ni l'origine.

Les deux termes inférieurs de l'Ergeron de la Somme ne sont pas des dépôts éoliens et ne peuvent non plus être considérés comme des dépôts de grande crue.

Que sont-ils alors?

M. Commont a trouvé une solution non seulement vraisemblable, mais probablement juste : ces Ergerons seraient dus au ruissellement des eaux de pluie le long des pentes (2).

L'infatigable observateur a établi toute une série de caractères qui démontrent l'origine locale des Ergerons inférieurs, par des nappes de ruissellement partant des bords du plateau, dont l'altitude maximum varie entre 70 et 85 mètres (plateau de Saveuse).

L'Ergeron ne recouvre pas le plateau, et on le voit commencer en biseau dès que la pente des versants s'accentue.

L'existence de zones rubéfiées dans l'Ergeron est encore la preuve d'une formation intermittente, entrecoupée de périodes sèches pendant lesquelles le dépôt ne s'est pas accru et a constitué un ancien sol.

Pour ce qui concerne la partie supérieure de l'Ergeron de la Somme, qui, seule, concorderait avec notre Ergeron du Hainaut, il n'est pas aisé d'arriver à une solution certaine.

A Saint-Acheul, comme à Montières, l'Ergeron supérieur est blanchâtre, fort calcareux et ne donne pas l'impression d'un dépôt de crue.

Est-ce aussi un dépôt de ruissellement? c'est possible. Mais une

---

(1) *Bull. de la Soc. préhistorique de France*, 1908.

(2) Cela indiquerait, pour les vallées de la Somme et de la Seine, d'une part, et la région Nord-Est et Est de l'Europe, un climat assez différent, à la même époque; mais il ne faut pas perdre de vue que l'Est de l'Europe étant soumis à un climat continental de vents secs, le Bassin de Paris, plus proche de l'Océan, pouvait subir les irrégularités du climat littoral, c'est-à-dire des alternances de vents secs d'Est et de vents humides du Sud-Ouest.

fois que l'on se porte au Nord de la vallée de la Somme et en Belgique, l'Ergeron, beaucoup plus homogène, sans subdivisions bien indiquées et recouvrant complètement des plateaux étendus non dominés par des altitudes supérieures, donne au contraire l'impression d'un dépôt de forte crue, non localisé, de composition assez uniforme.

La ville d'Amiens se trouve-t-elle vers la limite de deux facies de l'Ergeron supérieur?

C'est vraisemblable, car il paraît certain que les facies locaux se multiplient autour de cette ville, et il est à croire que tous les problèmes qui se dressent, l'un après l'autre, au cours de l'étude détaillée de la partie supérieure des terrains quaternaires, ne sont pas encore complètement résolus.

Toutefois, ceux qui subsistent ne sont plus guère nombreux et sont, de plus, d'ordre très secondaire ; avec des observateurs aussi actifs et aussi consciencieux que l'est M. Commont, tout permet de croire que les solutions définitives ne se feront plus longtemps attendre.

Il n'en est pas moins certain que des modifications devront être introduites dans la nomenclature propre aux géologues du Nord.

Désormais Ergeron en France et Ergeron en Belgique n'ont plus la même signification.

L'Ergeron français comprend à la fois notre Brabantien et notre Ergeron belge ou Flandrien, et, comme la distinction que nous avons établie en Belgique est non seulement légitime, mais nécessaire, il y aura lieu d'ajouter à la nomenclature française un terme nouveau qui corresponde aux deux niveaux inférieurs de l'Ergeron.

Le mieux serait peut-être d'abandonner totalement le nom Ergeron, qui est un terme d'ouvrier dérivant sans doute de celui « d'argillon » employé en Normandie.

En Belgique, notre Quaternaire supérieur comprendrait donc le *Brabantien*, apophyse du Löss éolien des Allemands, et le *Flandrien* avec ses deux facies : 1° d'eau douce (limon supérieur et terre à briques), 2° marin (sable flandrien avec zone supérieure argileuse).

Pour la France, où il est probable que l'on n'adoptera pas nos dénominations, les géologues auront à s'entendre sur les termes qui leur plairont.

La séance est levée à 6 h. 40.

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 19 JANVIER 1910

Pages.

Liste des membres de la Société pour 1910 1

Distinctions honorifiques 1

Approbation du procès-verbal de la séance de janvier 1

Correspondance. 1

Dons et envois reçus 2

Présentation et élection de nouveaux membres 3

G. Delépine. Résumé et conclusions d'une étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique : Hainaut et région de Namur. Comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre. 3

P. Gröber. Essai de comparaison des divisions du Calcaire carbonifère de la Belgique avec la division en zones à Polypiers adoptée en Angleterre. Première partie : Le Tournaisien. (Inséré aux *Mémoires*.). 4

G. Hasse. Quelques notes géologiques sur les forts de Stabroeck, Broechem, Massenhove, Oeleghem, 's Gravenwezel Brasschaet, Bornhem, Liezele-Puers, Breendonck-Willebroek, Koningshoykt 4

A. Rutot. Les découvertes de M. le Prof^r V. Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens 13

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 15 FÉVRIER 1910

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

Smithsonian
JUN 14
National Muse

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

—

1910

SÉANCE MENSUELLE DU 15 FÉVRIER 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40 (15 membres sont présents).

Décès.

M. le Président a le regret d'annoncer à la Société le décès de notre confrère M. Charles Lahaye, directeur général honoraire des Ponts et Chaussées, qui se montra fort assidu à nos séances dans les premiers temps et publia dans notre *Bulletin* l'intéressant résultat du forage de l'Hôtel des Chemins de fer à Bruxelles.

Distinctions honorifiques.

Le Gouvernement a soumis au Roi d'importantes nominations et promotions dans l'Ordre de Léopold en faveur du corps professoral de nos diverses universités. La Société félicite tout particulièrement le Dr Jacques, un de ses fondateurs et membre de son Conseil jusqu'en ces derniers temps, promu Officier, et le Dr F. Putzeys, promu Commandeur.

Approbation du procès-verbal de la séance de janvier.

Malgré la distribution tardive du *Bulletin*, le procès-verbal, ne contenant pas de discussions, est déclaré adopté. « Le retard, dit le Président, doit être imputé à une mise au point de la communication

relative aux travaux de M. Commont; une visite récente de ce savant au Musée a permis la rectification de certains points de mon travail en conformité de ses dernières recherches. »

Section d'Hydrologie scientifique à l'Exposition de Bruxelles 1910.

Le Comité de cette Section nous prie d'insérer la circulaire ci-dessous :

Ayant été chargés, par la Classe 3, d'organiser la Section d'Hydrologie scientifique à l'Exposition de Bruxelles (1910), nous venons faire appel à votre concours pour une œuvre dont l'intérêt ne vous échappera pas.

Que vous y participiez comme exposant ou comme conférencier, votre collaboration et vos conseils nous seront fort précieux.

Vous voudrez bien remarquer qu'il s'agit dans l'espèce de matières distinctes des applications industrielles de l'hygiène ou de la géologie, ou encore des projets relatifs à des distributions d'eau alimentaire ayant un objectif régional ou local déterminé. Notre Section, en tant que partie intégrante de l'exposition des sciences, doit faire connaître les principes des méthodes les plus nouvelles et leurs applications. A cet effet, on y exposera des modèles à échelle réduite, ou même des appareils de démonstration en fonctionnement, des échantillons, des graphiques et des documents de tous genres, les méthodes et les recherches les plus récentes servant à la détermination des ressources aquifères, notamment des sables, des calcaires et autres terrains rocheux, ainsi que des rivières, les modes d'investigation et de captage des eaux alimentaires et minérales, les principes des divers systèmes de purification ou de traitement destinés à les rendre propres à l'alimentation.

D'après les adhésions actuellement parvenues, nous croyons pouvoir compter déjà sur une douzaine de conférences avec démonstrations, expériences et clichés à l'appui. Il nous serait particulièrement précieux de vous voir également accepter de faire une ou plusieurs conférences, ou des démonstrations sur les objets ou les méthodes que vous désireriez exposer.

Il est à remarquer que la Classe des Sciences, à laquelle se rattache notre groupement d'hydrologie scientifique, possédera un grand auditoire de conférences outillé pour projections en plein jour. Nous espérons aussi avoir à notre disposition un laboratoire pour démonstrations et expériences publiques, et une chambre obscure pour exhibition permanente de diapositives.

Des causeries et promenades scientifiques, relatives à l'hydrologie, seront organisées pendant toute la durée de l'Exposition.

*
* *

Au cas où vous nous feriez l'honneur de participer à l'exécution du programme de la Section d'Hydrologie scientifique, vous voudriez bien, Monsieur et honoré Confrère, nous communiquer d'urgence les renseignements suivants :

1° Quels sont, parmi les divers ordres d'idées sommairement énoncés ci-dessus, les objectifs spéciaux pour lesquels il vous serait possible de nous assurer votre précieux concours?

2° Votre participation se ferait-elle sous forme d'appareils, d'objets, de modèles, de spécimens, de graphiques ou de diagrammes? (Nous ne pourrions accepter de dispositifs réclamant un emplacement étendu, et il est à noter que les publications devraient être réduites à un strict minimum et servir seulement de commentaire aux objets et appareils exposés.)

Veuillez nous donner, à l'échelle de 5 centimètres par mètre, le croquis d'encombrement des objets que vous projetez d'exposer.

3° Prévoyez-vous la possibilité — très désirable — de faire fonctionner à l'Exposition, soit de temps à autre sous votre direction personnelle, soit d'après vos instructions, certains des appareils que vous comptez exposer? Lesquels, et si vous usez d'électricité, dans quelles conditions de voltage, de fréquence ou de périodicité?

4° Le fonctionnement des appareils exposés par vous implique-t-il l'utilisation de gaz, d'eau, de force motrice, de conduite d'évacuation pour produits ou résidus solides ou liquides, corrosifs ou non?

5° Quel emplacement, strictement minimum, réclamez-vous : 1° en surface verticale; 2° en développement horizontal sur table ou sous vitrines fermées? Quel genre de table ou de vitrine (bijoutière ou étagère) préférez-vous et de quelles dimensions, sur quelle longueur courante?

6° Pouvons-nous espérer votre précieux concours, non seulement pour les conférences dans le grand auditoire de la Classe des Sciences, mais encore pour les causeries et promenades qui seront organisées dans notre Section d'Hydrologie et dans d'autres parties de l'Exposition pouvant intéresser nos adhérents : causeries dont les unes seront réservées aux spécialistes et les autres — de vulgarisation — pour le grand public.

Les avantages ordinaires de gratuité d'emplacement, d'assurance, ainsi que de dispense des frais généraux de décoration, d'ameublement et de surveillance, généralement accordés aux exposants des sections scientifiques, s'appliqueront à notre Section d'Hydrologie. Nous demanderons également des réductions sur le prix de transport en faveur des confé-

renciers et exposants, à condition que leur participation exclue toute idée industrielle.

Nous vous prions instamment, Monsieur et honoré Confrère, de nous fournir, à très bref délai, votre réponse détaillée à notre appel et vous ferons remarquer en outre que moins de trois mois nous séparent de l'ouverture de l'Exposition.

Au nom du Comité de la Section d'Hydrologie scientifique :

Le Secrétaire,

Ernest van den Broeck,
39, place de l'Industrie, à Bruxelles.

Le Président,

Léon Gerard,
3, avenue Guillaume Macau, Ixelles.

Les Membres :

J. B. André. R. d'Andrimont. A. Deblon.

F. V. Dienert. Ach. Poskin.

Section de Géologie à l'Exposition de Bruxelles.

Dans cette section il y aura une chambre obscure pour exhibition de diapositives. Le baron Greindl, membre de cette section, secrétaire général de la Société, serait extrêmement reconnaissant à ses confrères qui consentiraient à prêter leurs clichés de phénomènes ou de paysages géologiques, soit du pays, soit de l'étranger. Il espère en réunir un nombre suffisant pour pouvoir varier cette exhibition et avoir un fonds pour les conférences de vulgarisation.

Les envois peuvent lui être adressés au Secrétariat, 19, rue Tasson-Snel ; il sera apporté le plus grand soin aux clichés que nos confrères voudront bien confier au Secrétaire.

Correspondance.

Sa Majesté le Roi, par la voie du *Moniteur*, a fait parvenir à la Société ses remerciements au sujet des condoléances que le Bureau Lui avait adressées.

MM. Mourlon, Maillieux, Malaise et Van de Wiele s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

M. Kilian, directeur du Laboratoire de géologie et de minéralogie de l'Université de Grenoble, annonce à la Société que l'appareil

sismologique de la Faculté des sciences cessera de fonctionner à partir du 15 février 1910.

La raison principale de cette détermination est que des appareils plus perfectionnés, parce que plus récents, ont été établis par les soins de la Commission de sismologie du Ministère de l'Instruction publique à Besançon, au Puy de Dôme et à Marseille.

Les postes de Besançon et de Marseille feront avec nous l'échange d'observations que voulait bien faire M. Kilian.

Dons et envois reçus.

1° Extraits des publications de la Société :

6015. **Cosyns, G.** Contribution à l'étude de la roche de Quenast (Réponse à la note critique de M. Prinz.) Tome XXIII, 1909, Pr.-verb., pp. 369-375 (2 exemplaires).

6016. **d'Andrimont, R.** Étude géologique faite en Calabre et en Sicile après le tremblement de terre du 28 décembre 1908. Tome XXIII, 1909, Mém., pp. 195-223, 8 fig.

6017. **de Martonne, E.** Traité de géographie physique. Climat, hydrographie, relief du sol, biogéographie (Compte rendu bibliographique par L. G.). Tome XXIII, 1909, pp. 390-395.

6018. **Geikie, J.** Traité pratique de géologie (d'après *Structural and Field Geology*, de James Geikie), traduction française de M. Paul Lemoine (Compte rendu bibliographique par C. V. de W.). Tome XXIII, 1909, Pr.-verb., p. 390.

6019. **Hasse, G.** Les sables noirs dits miocènes boldériens, à Anvers. Tome XXIII, 1909, Pr.-verb., pp. 353-362 (2 exemplaires).

6020. **Hasse, G.** Les Morses du Pliocène poederlien à Anvers. Tome XXIII, 1909, Mém., pp. 293-322, 43 fig. et 4 pl. (2 exemplaires).

6021. **Maillieux, E.** Quelques observations sur la *Kochia capuliformis* Koch. sp., du Dévonien inférieur. Tome XXIII, 1909, Pr.-verb., pp. 348-353 (2 exemplaires).

6022. **Prinz, W.** Les cristallisations des grottes de Belgique (supplément). Tome XXIII, 1909, Pr.-verb., pp. 380-387 et 6 fig. (2 exemplaires).

6023. **Rutot, A.** Nouvelles observations dans les couches quaternaires à Hofstade. Tome XXIII, 1909, Pr.-verb., pp. 338-347, 4 fig. (2 exemplaires).

6024. **Rutot, A.** Note préliminaire sur les fouilles au fort de Kessel. Tome XXIII, 1909, Pr.-verb., pp. 387-389 (2 exemplaires).

6025. **Rutot, A.** Coup d'œil synthétique sur l'époque des cavernes précédé d'une note sur : I. L'âge probable du crâne d'Engis; II. La présence de l'Acheuléen II en Belgique; III. La position réelle des squelettes de Spy; IV. L'âge probable du squelette de Galley-Hill. Tome XXIII, 1909, Mém., pp. 225-292 (2 exemplaires).

2° De la part des auteurs :

6026. **Arctowski, H.** Météorologie. Sur la dynamique des variations climatiques. Paris, 1909. Extr. des *Comptes rendus de l'Institut de France*, t. CXLIX, 2 p.

6027. **d'Andrimont, R.** Quelques réflexions sur le métamorphisme. Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, Bull., pp. 283-292.

6028. **d'Andrimont, R.** La formation charbonneuse des Balkans dans la région de Radevtzi-Borouchtiza. Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, Mém., pp. 213-219, pl. VI-VIII.

6029. **Bechmann et Le Couppey de la Forest, M.** Société de Médecine publique et de Génie sanitaire. Commission d'études des divers procédés d'épuration des eaux d'égout. Premier rapport présenté au nom de la Commission. Paris, 1910. Extr. de la *Revue d'Hyg. et de Police sanitaire*, pp. 69-112.

6030. **Renier, A.** Note préliminaire sur la constitution du bassin houiller d'Anhée (Dinant). Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, pp. 62-65 (Bull.).

6031. **Cambier, R., et Renier, A.** *Psygmophyllum Delvali* n. sp. du terrain houiller de Charleroi. Liége, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. II, Mém. in-4°, pp. 23-28, pl. VI, fig. 1.

Renier, A. *Asterocalamites Lohesti* n. sp. du Houiller sans houille (*H1a*) du bassin d'Anhée. Liége, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. II, Mém. in-4°, pp. 31-34, pl. VI, fig. 2 et 3.

6032. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Les Abannets. Les grands abîmes et « paléo-gouffres » des collines de la région Couvin-Nismes. Bruxelles, 1906. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Chapitre V; 132 p., 21 fig. et 1 pl.)

6033. **van den Broeck, E., Martel, E.-A , et Rahir, E.** La grotte de Remouchamps et le vallon des Chantoirs. Le vallon des Chaudières, à Nonceveux. Bruxelles, 1907. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Chapitre IX; 128 p., 54 fig. et 2 pl.)

6034. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** La vallée sèche du Fond d'Hestroy, le Chantoir et la grotte du Trou d'Haquin. Bruxelles, 1907. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Chapitre XII; 28 p., 3 fig., 1 pl. similigravure et 1 pl. en couleur.)

6035. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Les fontaines et l'alimentation en eau potable de Celles (Dinant). La rivière souterraine, les aiguigeois et les résurgences de Celles (Fontaine Saint-Hadelin et Grande-Fontaine). Bruxelles, 1907. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Chapitre XIII; 49 p., 15 fig. et 1 carte.)

6036. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** La rivière souterraine de Dinant (vallon sec de Sorinne) et ses résurgences (Fontaine Patenier, la Pichelotte, etc.). Bruxelles, 1908. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Chapitre XV; 47 p., 8 fig. et 1 carte double en couleur.)

6037. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Étude de la vallée du Bocq dans la région calcaire de Reuleau-Sorinne-Spontin et des sources captées par la Compagnie Intercommunale des eaux pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération bruxelloise. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Chapitre XVI; 21 p., 5 fig. et 1 carte.)

6038. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Étude hydrologique du grand bassin synclinal calcaire de Gesves-Marchin, type de disposition condrusienne appelé à fournir des eaux élaborées et potables en régions périphériques tournaisiennes. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Chapitre XVI; 61 p., 9 fig., 1 carte.)

6039. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Étude et description des sources du Parc de Modave et de Petit-Modave émergeant dans la vallée du Hoyoux. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* [Chapitre XVII; 38 p., 8 fig. et 1 carte (pl. double coloriée).]

6040. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Les problèmes d'hydrologie souterraine de la région méridionale du bassin du Hoyoux supérieur, des sources du Néblon et de Houmart. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Chapitre XVII; 41 p., 11 fig.)

6041. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Étude hydro-spéléologique du calcaire carboniférien de l'Ourthe et de l'Amblève et spécialement de la région de résurgences de Chanxhe et de Comblain-au-Pont. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Chapitre XVIII; 95 p., 40 fig. et 1 carte double coloriée.)

6042. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Le calcaire crinoïdique tournaisien, influence de sa composition biologique et de sa structure détritique spathisée sur le colmatage de ses fissures et la filtration de ses eaux. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Texte complet du chapitre XIX; 126 p., 19 fig. et 8 planches dont 5 doubles et 4 en couleur.)

6043. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** La cristallisation des stalactites, des stalagmites et des autres productions calcitiques des grottes belges, d'après le mémoire descriptif de M. le Prof^r W. Prinz. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Additions, etc., 13 p., 1 pl.)

6044. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Les niveaux supérieurs à cristallisations récemment découverts dans la grotte de Tilff. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Additions, etc., 14 p., 5 fig., 2 pl. doubles.)

6045. **van den Broeck. E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** La grotte de Rosée à Engihoul et ses merveilleuses cristallisations (Salle du Palais de cristal, etc.). Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Annexe : Bassin de Namur, 16 p., 4 pl. dont 2 doubles.)

6046. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** Le trou des Nutons du vallon sec de Lesves (Province de Namur). Chantoir-abîme et rivière souterraine à 80 mètres sous le plateau, constituant la plus profonde des grottes belges. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (Additions, etc., 8 p., 2 fig.)

6047. **van den Broeck, E., Martel, E.-A., et Rahir, E.** La grotte Alexandre à Tailfer et le ruisseau souterrain des Troglodytes. Bruxelles, 1909. Extrait de : *Les cavernes et rivières souterraines de la Belgique.* (4 p. et 1 plan.)

Communications des membres.

En l'absence de M. Van de Wiele, malheureusement indisposé, le Secrétaire général expose le résumé que le zélé Secrétaire a bien voulu faire des travaux de M. van Waterschoot van den Gracht.

C. Van de Wiele. — **Les recherches houillères dans les Pays-Bas,** d'après : 1° *Memoirs of the Government Institute for the geological exploration of the Netherlands (Rijksopsporing van delfstoffen)*, N° 2, by W. A. J. M. van Waterschoot van den Gracht Mr. Jur., F. G. S., director of the service, *with contributions on the fossil flora* by Dr W. Jongmans, The Hague, 1909. Pl. X et 15 fig. ; 2° *Jaarverslag der Rijksopsporing van delfstoffen over 1908*, 7 fig.

Le Gouvernement des Pays-Bas a chargé son Service minier de procéder à une étude systématique des gisements houillers du Limbourg hollandais et d'étendre ses recherches plus au Nord le long de la frontière prussienne, afin d'y déterminer l'extension vers l'Ouest des gisements houillers de la Ruhr ainsi que des dépôts salifères qui s'étendent jusque dans la plaine du Nord de l'Allemagne. Ces recherches ont été couronnées par un brillant succès. Elles ont montré la continuité du bassin houiller depuis la Campine, à travers le Sud du Limbourg jusqu'au bassin de la Wurm. Dans le Nord de cette province, on a rencontré le massif houiller du Peel, continuation au Nord-Ouest du bassin allemand d'Erkelenz, et d'un autre côté paraissant se prolonger autour du plateau paléozoïque de Krefeld et passer sous le Rhin aux riches gisements de la Ruhr. Enfin plus au Nord les derniers sondages ont montré l'existence en Gueldre de gisements salifères dont l'étude n'est pas encore complètement terminée. Mais outre la constatation de ces importantes richesses minières, les travaux du Service géologique des Pays-Bas fournissent des indications très intéressantes sur la tectonique et sur l'évolution géologique des régions qui entourent au Sud et à l'Est le bassin actuel de la mer du Nord. Réunies aux résultats des études géologiques faites en Belgique et en Prusse, elles complètent la synthèse de la formation du bassin d'affaissement qui, depuis les temps paléozoïques, tend à se former autour du massif scandinave et sépare celui-ci des massifs hercyniens plus au Sud.

Grâce à une série de sondages profonds ou superficiels, on a pu démontrer la continuité stratigraphique du bassin houiller de la Campine avec celui du Sud du Limbourg et celui de la Wurm. On sait que

DRENTHE
Coevorden
Vecht
IJssel
OVERIJSSEL
Ems
Bentheim
Osnabrück
Teutoburger Wald
Vecht
GELDERN
IJssel
Neder Rijn
Oude IJssel
Winterswijk
Münster
Ems
Werse
De Waal
Rhein
Maas
Grave
Lippe
Wesel
NORDBRABANT
Dortmund
PRÉCARBONIFÈRE EN PROFONDEUR
Dommel
De Aa
Helenaveen
Duisbg
Ruhr
Ruhr
Hagen
Meijel
Baarlo
Venlo
Tegelen
Niers
Kessel
Krefeld
Ratingen
Maas
Gladbach
Düsseldorf
PRÉCARBONIFÈRE À LA SURFACE
LIMBURG
Erkelenz
Rhein
Sittard
Roer
PRÉCARBONIFÈRE EN PROFONDEUR
CÖLN
Maastricht
Eschweiler
Maas
Düren
Aachen
LIÈGE
Légende:
Carbonifère en exploitation ou reconnu par sondages.
Carbonifère à la surface
Échelle
0 10 20 30 40 50 Km.

ce dernier est limité au Sud par la faille de l'Eifel et au Nord-Est par une série de failles en gradins qui coupent la première à angle aigu et le séparent du bassin d'Erkelenz. Le bassin d'Eschweiler, au Sud-Est de celui de la Wurm, se rattache au massif de la Vesdre, qui fait partie du chevauchement houiller au-dessus du bassin de Liége indiqué par M. Fourmarier. Ces bassins méridionaux présentent des plissements et des chevauchements parfois considérables qu'on ne rencontre pas dans les bassins situés plus au Nord. Ceux-ci n'ont pas participé aux mouvements tangentiels, mais ils ont subi un affaissement plus accentué; celui-ci, toutefois, n'a pas été le même partout, de sorte que, à côté de zones où le terrain houiller est encore accessible aux sondages, on rencontre des aires où l'accumulation des couches sédimentaires plus récentes est si considérable, qu'il faut renoncer à vouloir atteindre le Carbonifère. La principale de ces aires d'affaissement correspond d'une façon générale au bassin actuel de la Roer; elle commence à la hauteur de Düren, à l'Est d'Aix-la-Chapelle, et va en s'élargissant au Nord-Ouest dans la direction du Zuiderzee, comprenant ainsi la partie septentrionale de la Campine belge et une partie du Nord du Limbourg hollandais. Cette zone d'affaissement s'étend jusqu'au delà de l'embouchure de la Roer, et dans le Brabant hollandais sur la rive gauche de la Meuse où les sondages de Baarlo, de Kessel, de Helenaveen, de Meyel ont établi l'existence d'un nouveau massif houiller, prolongement du bassin d'Erkelenz en Allemagne; le cours de la Swalm et de la Meuse indiquent à la surface leur séparation. Des failles qui limitent au Nord le massif de Peel font supposer l'existence d'une deuxième zone d'affaissement sous Tegelen et Venlo, située entre celui-ci et l'extension occidentale du bassin de la Westphalie, où des dislocations analogues ont été constatées par les géologues prussiens.

L'étude des échantillons de houille fournis par les sondages a montré que les couches houillères du Sud du Limbourg occupent une position relativement élevée dans la série stratigraphique. Il semble que la série des couches de la Ruhr se continue à l'Ouest du Rhin. La zone des charbons gras y reste encore très développée; par contre, les charbons maigres et même les couches inférieures des charbons gras y sont moins bien représentés; toutefois les couches *Girondelle* et *Sonnenschein* s'y montrent encore, mais ne reparaissent plus dans la Campine. En dessous de ces couches, le Houiller devient stérile dans le massif du Peel, où il atteint, du reste, une profondeur de 1,000 mètres. C'est donc ici encore la zone des charbons gras qui se présente comme la plus favorable à l'exploitation. On n'a pas rencontré les charbons

gras supérieurs et les charbons à gaz. L'ensemble de ces remarquables découvertes montre que le Service minier des Pays-Bas peut à bon droit se féliciter des beaux résultats obtenus grâce à l'organisation scientifique de ses recherches minières.

Les sondages furent en outre continués au Nord, le long de la frontière, au delà de la Meuse et du Rhin, à Winterswyk en Gueldre, dans le district de Twenthe dans l'Overijssel et dans la province de Drenthe à Coevorden et Zuid-Barge. Le but de ces sondages ne fut pas tant la recherche des terrains houillers, mais bien celle des gisements salifères et la détermination des couches tertiaires et mésozoïques. A Winterswyk, on a rencontré, sous 49 mètres de Diluvium et de Tertiaire (Miocène et Oligocène moyen), une série de couches triasiques qui descendent jusque 380 mètres, et ensuite le *Zechstein* permien jusqu'à 417 mètres, dont la base ne fut pas atteinte. Le *Buntsandstein* présente ici trois étages comme en Allemagne. Déjà le Trias avait été rencontré au Peel dans le sondage d'Helenaveen, mais représenté seulement par ses deux étages supérieurs. Les grès gris et rouges qui constituent ici le Buntsandstein supérieur ont été également rencontrés de l'autre côté du bassin d'affaissement de la Roer, à Rothem en Belgique, près de la frontière, et à Limbricht près de Sittard. La fixation de l'âge de ces grès rouges a été l'objet de quelque hésitation, mais il semble qu'il faille les ranger dans le Trias inférieur. Du reste, la limite méridionale de la sédimentation triasique est indiquée par un alignement de conglomérats qui passe par Dorsten en Westphalie, Wesel, Kamp, Limbricht et le Nord de la Belgique. L'épaisseur du Trias augmente vers le Nord. Quant au *Muschelkalk* marin qui surmonte le Buntsandstein en Allemagne, il s'amincit graduellement au Sud-Ouest, alors qu'il est bien représenté à Helgoland, à Lünebourg, à Rüdersdorf; on le retrouve à Winterswyk, mais il n'existe pas à Rothem. Du reste, la série mésozoïque devient de plus en plus complète dans les sondages vers le Nord. C'est ainsi qu'à Bentheim, dans le bassin supérieur de la Vechte, sur la frontière de la Westphalie et du Hanovre, on a rencontré des couches salifères d'âge jurassique supérieur, ce qui indique pour les régions de l'Allemagne du Nord une persistance remarquable des conditions climatériques et hydrographiques depuis la fin de l'époque paléozoïque jusqu'aux transgressions crétacées. Les sondages de Coevorden et de Zuid-Barge en Drenthe ont eu tout d'abord pour but l'étude de la tectonique et de la stratigraphie des couches tertiaires et des roches mésozoïques, afin de préparer le terrain aux recherches industrielles. On a constaté que la zone d'affaisse-

ment de la Hollande centrale ne s'étend pas jusqu'ici. Les terrains profonds sont constitués ici comme dans l'Allemagne du Nord par un ensemble de masses tabulaires, dont la dislocation est due à des mouvements tectoniques qui se sont successivement répétés avant le Crétacé, pendant le Tertiaire, surtout au Miocène récent, et auxquels on peut rattacher les sismes constatés à l'époque actuelle à Herzogenrath et au Feldbiss. Nous avons déjà signalé le horst du Peel où le Houiller est couvert par du Trias et du Zechstein, et qui semble avoir subi un mouvement d'élévation. Des faits analogues ont été constatés à Winterswyk, à Ochtrup, à Osnabrück où le Carbonifère affleure. Le Trias et même le Permien se rencontrent dans le Holstein et dans l'île d'Helgoland, en face de l'embouchure de l'Elbe. C'est à la recherche et à la localisation précise de ces blocs, qui parfois ne dépassent pas quelques kilomètres carrés, que seront consacrés les sondages futurs, et ceux-ci promettent de nous fournir des vues plus précises sur l'extension du Tertiaire et du Mésozoïque sous la plaine de ces régions.

Le mémoire du Service géologique des Pays-Bas est rédigé en anglais, afin de le rendre accessible aux savants étrangers. Nous sommes heureux de le constater, parce que dans beaucoup de pays à tendance par trop nationaliste, on oublie de plus en plus que la science doit rester internationale et se transmettre au moyen des langues connues par la majorité des savants. M. van Waterschoot van den Gracht nous présente une étude d'ensemble des formations carbonifères qui occupent le bassin houiller s'étendant depuis l'Angleterre jusqu'en Westphalie et même en Silésie. Il fait surtout ressortir les éléments de comparaison entre les différents bassins. Les gisements houillers du Sud et du Nord du Limbourg constituent la transition entre ceux de la Campine et le bassin de la Ruhr, de sorte que l'étude du mémoire ne peut manquer de fournir des comparaisons très utiles pour l'exploitation future de notre nouveau bassin houiller.

Outre les renseignements fournis par les sondages profonds, une série de sondages préliminaires a donné des indications des plus intéressantes sur le Tertiaire de la région marécageuse du Peel, qui s'étend au Nord-Ouest vers la Meuse et sur le prolongement du massif houiller soulevé, dont il a été question plus haut. Le Miocène marin se rencontre ici à la faible profondeur de 30 mètres, et celui-ci est surmonté, dans la direction de Grave sur la Meuse, par une formation fossilifère qui ressemble au Crag pliocène, alors que dans un sondage à Utrecht cette formation commence à 150 mètres, à Amsterdam à

200 mètres, et que la base du Diestien n'a pu être atteinte ici à 365 mètres. Il semble donc que dans la région du Peel les couches tertiaires ont participé au relèvement du horst et que, jusqu'à une époque toute récente, le bassin de la Meuse se trouvait limité par celui-ci au Nord-Est. Le fleuve aurait suivi cette direction à partir de Roermonde, le long du marais actuel; la Swalm nous montre encore aujourd'hui, par sa direction opposée à celle du courant actuel de la Meuse, la disposition de l'ancien bassin fluvial. Ce ne fut que plus tard que la Meuse a traversé l'espace qui sépare le massif du Peel de celui d'Erkelenz, grâce, semble-t-il, à un affaissement récent.

Le savant auteur du mémoire nous promet du reste un travail sur les résultats des recherches qui se poursuivent en ce moment.

Discussion.

Le Secrétaire général croit devoir attirer l'attention de ses collègues sur l'avantage précieux du système de sondages officiels, adopté par le Gouvernement des Pays-Bas.

Dirigés par un savant compétent, ils évitent des pertes d'argent pour sondages infructueux et donnent aux travaux de recherches une remarquable unité de vues.

A propos des travaux de M. van Waterschoot van den Gracht, M. Van de Wiele avait émis quelques idées sur les relations entre le Calcaire carbonifère et le Culm dans la région de la mer du Nord. Le Secrétaire général a reçu tardivement les notes de l'auteur et croit préférable de remettre cette communication à la prochaine séance. (*Adopté.*)

M. Rutot, à propos des grands sondages entrepris pour les recherches de houille en Westphalie, dit qu'il a reçu récemment la visite de M. l'ingénieur Paul Piedbœuf, de Dusseldorf, qui suit, au point de vue géologique, les progrès de l'approfondissement d'un grand puits d'extraction foré, au moyen du procédé de la congélation, à la « Zeche Friedrich Heinrich », entre Mörs et Reinberg, rive gauche du Rhin en aval d'Uerdingen.

Là, entre 40 et 70 mètres de profondeur, on a traversé une couche de sable noir, fin, rempli de magnifiques fossiles, notamment de Pétoncles, de Nucules, de *Cardium*, de *Pecten* et de Gastropodes.

A première vue, ces fossiles paraissent correspondre assez bien avec la faune des sables noirs d'Edeghem, dits boldériens. Ce n'est là, du

reste, qu'une appréciation provisoire qui sera contrôlée, d'autant plus que M. l'ingénieur Piedbœuf a bien voulu promettre un nouvel envoi de fossiles pour les collections du Musée.

C. Malaise. — Les contacts du Silurien et de la porphyrite à Quenast.

Je viens de visiter les carrières de porphyre de Quenast, guidé par notre obligeant confrère M. Hankar-Urban, administrateur-gérant de cette remarquable exploitation.

On sait que les différentes carrières connues jadis sous les noms de : le Champ d'asle, le Pendant, les Bleus, l'Espérance, le Bloquiau, etc., ont été réunies en deux énormes excavations. On est occupé à faire disparaître la dernière barrière qui les sépare. Cette énorme cavité, d'environ 35 hectares, constituera la plus grande carrière de la Belgique et, probablement, du monde.

La roche exploitée, désignée ordinairement sous le nom de porphyre, est d'une constitution assez compliquée ; aussi a-t-elle été désignée par divers savants sous des noms assez variés, ce qui n'étonnera pas ceux qui connaissent la nomenclature fastidieuse des roches cristallines dont nous sommes dotés actuellement. Signalée, en 1808, par d'Omalius d'Halloy sous le nom de cornéenne porphyrique, en 1828 elle est appelée diorite par ce savant et chlorophyre massif par Dumont. M. J. Gosselet la nomme porphyre en 1860 et, plus tard, porphyrite quartzifère ; Delesse et Roth, porphyre quartzeux ; Naumann, diabase porphyrique; Zirkel la classe d'abord comme porphyrite, puis lui donne le nom de diorite quartzeuse; elle a encore été renseignée comme porphyrite augitique, épidiorite. Décrite d'abord par de la Vallée Poussin et Renard sous le nom de diorite quartzeuse, ils la considèrent plus tard comme porphyrite, nom sous lequel elle figure dans la Carte géologique de la Belgique au 40 000e.

C'est probablement par inadvertance que la roche porphyrique de Lessines est donnée sous le nom de diorite sur les planchettes Mainvault-Lessines, tandis que le prolongement de cette même roche sur les planchettes Biévène-Enghien est intitulé : porphyrites (Lessines), de même que sur celles de Rebecq-Rognon-Ittre : porphyrites (Quenast). Les roches plutoniennes de ces planchettes ont été publiées sous la responsabilité scientifique de Ch. de la Vallée Poussin et A. Renard.

On sait que la roche de Quenast renferme de nombreuses espèces minérales, qui y furent signalées par d'Omalius d'Halloy, Galeotti, de la Vallée Poussin et Renard. Plus récemment, quelques espèces nouvelles y furent reconnues par MM. Cesàro, Cosyns, W. Prinz.

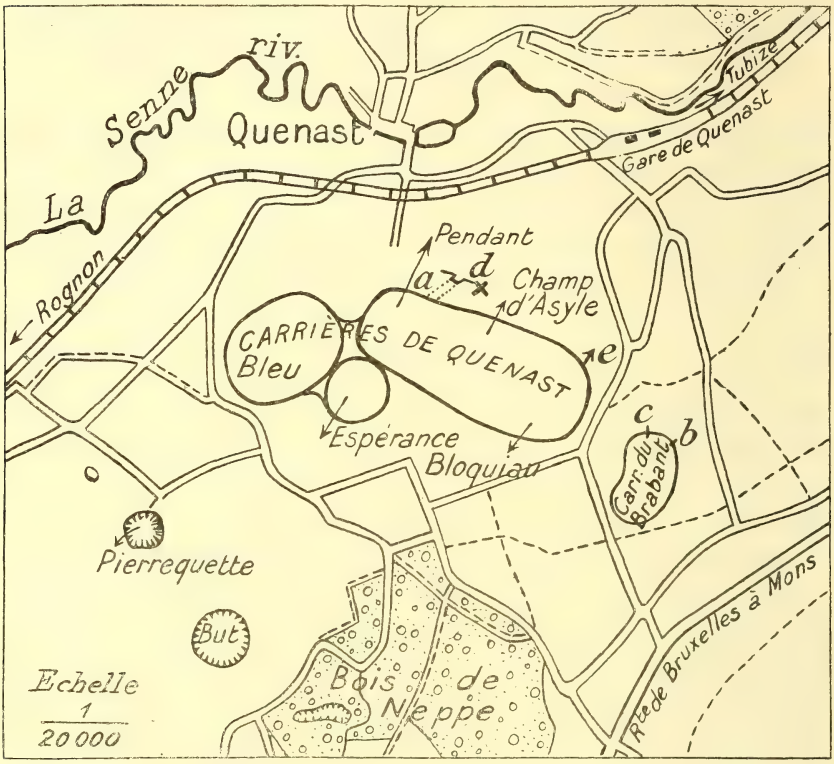


Fig. 1. — Carrières de Quenast.

a. — Emplacement de la coupe de la Vallée Poussin et Renard (fig. 2).

b. — Emplacement de la coupe à gauche du plan incliné (fig. 3).

c. — Emplacement de la coupe à droite du plan incliné (fig. 4).

d. — Point près de la chaudière.

e. — Blocs de quartz.

Nous croyons utile de mentionner ce qui a été dit à propos des contacts, des relations de la roche porphyrique et des roches siluriennes voisines, de parler d'abord des observations faites par de la Vallée Poussin et Renard, qui ont étudié spécialement la roche porphyrique

de Quenast, puis de rappeler ce qui a été écrit jusqu'à ce jour avant et après eux par d'Omalius d'Halloy, Galeotti, A. Dumont et par M. J. Gosselet, qui a si bien étudié les terrains primaires de la Belgique.

Nous attachons une grande importance à ce qui en a été écrit dans le mémoire sur les roches plutoniennes, parce que, ayant connu les auteurs, nous avons pu apprécier leurs aptitudes spéciales ; Ch. de la Vallée Poussin était plus géologue que pétrographe; A. Renard était pétrographe.

Ces deux savants ont pu explorer en 1875 le joint limite du porphyre au Nord, et voir le contact de la roche cristalline et des roches siluriennes. Ch. de la Vallée Poussin et A. Renard ont pu observer ce contact, et je crois bien faire en reproduisant leur coupe et ce qu'ils en ont dit.

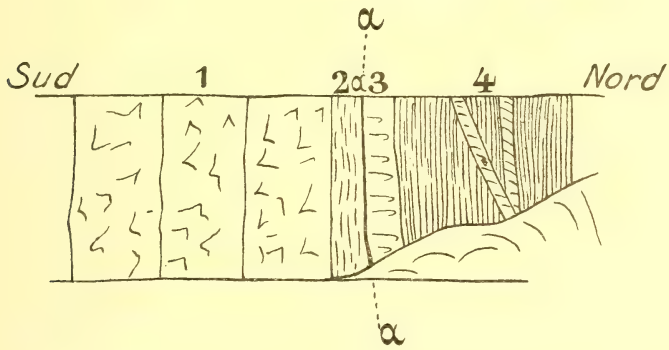


Fig. 2. — Coupe du contact au Nord, d'après de la Vallée Poussin et Renard.

1. — Diorite quartzeuse plus ou moins altérée sur 2 mètres.

2. — Diorite désagrégée passant à une argile plastique ferrugineuse, épaisseur 0^m30.

αα. — Joint qui termine la masse dioritique.

3. — Veine de quartz blanc de 0^m35 d'épaisseur renfermant de la pyrite et de la limonite.

4. — Phyllade bleu noirâtre feuilleté, dont la schistosité parallèle au joint αα est presque verticale ou pend un peu vers le Nord. Ce phyllade est comme pénétré à certaines places de veinules quartzeuses très fines. On y voit aussi une ou deux veines de quartz de plusieurs centimètres d'épaisseur.

« Nous retrouvons ici, disent de la Vallée Poussin et Renard [1], des faits très analogues à ceux que Dumont avait constatés autrefois à la limite visible du porphyre. La seule différence sensible est l'altération plus grande du phyllade et sa conversion en une terre argileuse, observée par Dumont à la partie supérieure. Cette altération était à peine indiquée dans le tunnel, ce qui prouve qu'elle n'est pas causée par l'émission de la masse porphyrique, car les phénomènes seraient inverses. Mais il y a plus : la coupe précédente ne permet pas de considérer la limite septentrionale du porphyre de Quenast comme un *joint d'injection*, suivant l'expression de Dumont, mais bien comme une faille. C'est la seule interprétation qu'autorise la parfaite intégrité du phyllade au contact de la roche éruptive. Nous avons recueilli des fragments de phyllade immédiatement appliqués contre les veines quartzeuses et que nous ne sommes pas capables de distinguer de ceux qui affleurent dans les vallées de la Senne, à 120 mètres au Nord. Cette intégrité des phyllades à leur limite nous empêche également d'admettre que le porphyre se soit étendu comme une nappe sur ces mêmes phyllades à l'époque où ils constituaient le fond de la mer silurienne, bien que l'idée en puisse venir quand on remarque le parallélisme qui subsiste entre la limite du porphyre et les bancs phylladeux.

» Nous concluons de ce qui précède que le joint septentrional du porphyre de Quenast et du terrain quartzo-schisteux est le résultat de mouvements postérieurs aux roches rapprochées et ne peut ainsi, par conséquent, décider la question de la contemporanéité ou de la postériorité du porphyre relativement aux couches siluriennes du voisinage. »

Examinons maintenant ce qui a été dit antérieurement sur les relations des schistes et de la porphyrite.

Galeotti [2] fait remarquer que les rapports géognostiques de la roche de Quenast, qu'il nomme diorite, comme l'avait fait d'Omalius d'Halloy, avec la roche environnante sont peu connus; cependant, le schiste qui environne la diorite est sensiblement altéré : sa couleur

---

[1] *Mémoire sur les roches dites plutoniennes, etc.*, pp. 3-4. (Mém. couronnés et des sav. étrang. de l'Acad. roy. des Sc., etc., de Belgique, t. XL.) Bruxelles, 1876.

[2] *Mémoire sur la constitution géognostique du Brabant.* (Mém. couronnés, etc., de l'Acad. roy. de Belgique, t. XII. Bruxelles, 1837, p. 109.)

verdâtre est remplacée par une teinte noirâtre et grise, qui lui donne l'aspect de certains schistes houillers, ressemblance tellement frappante qu'elle a engagé les habitants de Rebecq à foncer un puits dans l'espérance d'y trouver de la houille.

« Des personnes, dit Galeotti [1], nous ont assuré que les parois de la diorite en contact avec celles du schiste étaient très unies et polies; les parois du schiste étaient aussi fort brillantes et lisses.

» D'après l'inclinaison des couches du schiste, la diorite constituerait une véritable dyke ou énorme filon plutonique parallèle au plan des couches. »

Nous ferons observer que Galeotti admet que la roche porphyrique est renfermée ou jointe par les schistes verdâtres de Tubize : or, jamais ces schistes ne deviennent noirs par altération; et ces schistes noirs sont bien ceux dans lesquels on a fait des recherches, naturellement infructueuses, à Pierrequette. Nous n'avons vu nulle part, à Quenast, des traces indiquant un polissage, donc un glissement des deux roches.

Du temps de Dumont, on apercevait, en quelques endroits des carrières, les limites de la masse exploitée et des phyllades situés au Nord. Ces points ne sont plus accessibles; ils sont ensevelis aujourd'hui sous les déblais énormes des carrières qui forment de véritables collines.

Dumont signale également un petit affleurement de schistes rhénans vers la limite Ouest de la masse porphyrique, au voisinage de la carrière, actuellement délaissée, qui a nom Pierrequette. Dumont, avisant un point situé au Nord des carrières, visible de son temps, et où l'on apercevait la limite de la masse porphyrique, dit : « Le phyllade qui joint le chlorophyre de la carrière des Pendants est, vers le *joint d'injection*, noir et en partie transformé en une glaise dans laquelle il y a des veines presque entièrement formées de très petits cristaux cubiques de pyrite et des couches de quartz renfermant diverses substances, telles que la limonite, etc. [2]. »

---

[1] *Mémoire sur la constitution géognostique du Brabant.* (MÉM. COURONNÉS, ETC., DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XII. Bruxelles, 1837, p. 109.)

[2] *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan.* 2e partie : *Terrain rhénan,* p. 302. (MÉM. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XXII. Bruxelles, 1848.)

Le phyllade gris bleuâtre que l'on trouve au Nord de cette carrière, dans le chemin de Quenast, est parfaitement feuilleté et pourrait peut-être servir à faire des ardoises. Le phyllade noir qui se trouve au Sud des carrières a donné lieu à une recherche de houille.

« Dans le chemin creux du village de Quenast, vers Chapeaumont [1], on remarque, à 25 mètres du porphyre exploité, des phyllades d'un gris-bleu foncé, à texture serrée, parmi lesquels sont intercalés quelques lits minces à points feldspathiques. Ces phyllades sont presque verticaux ou inclinent vers le Sud, et quelques points de *cisage* des exploitations les plus proches paraissent concorder avec ce pendage. »

Les renseignements recueillis chez d'anciens employés de Quenast, par de la Vallée Poussin et Renard, sont, jusqu'à un certain point, d'accord avec ce qui précède.

En 1860, M. J. Gosselet constate que [2] : « Au Nord, sur le chemin de fer de la carrière, les schistes qui sont au contact du porphyre s'adossent contre lui; ils sont très altérables à l'air et traversés de nombreux filons de quartz. Près de la carrière des Pendants, du côté de Quenast, les mêmes schistes plongent S. 15° E.=75° et paraissent ainsi s'enfoncer sous le porphyre. »

En 1880, il ajoute : « Les relations stratigraphiques de la porphyrite avec la roche de Quenast ne sont pas établies bien clairement. Les roches qui avoisinent la masse porphyrique semblent tantôt s'enfoncer dessous, tantôt s'appuyer dessus [3]. »

Une nouvelle carrière, indépendante de la Société des Carrières de porphyre de Quenast, est actuellement en exploitation sous le nom de « Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant ».

L'accès en est donné par une tranchée formant plan incliné, qui permet d'arriver facilement à la carrière. Elle traverse les roches siluriennes et montre *presque* le contact avec la roche porphyrique.

Je dis presque, parce qu'il y a ici, entre le porphyre et les roches siluriennes, des blocs aplatis de quartz, séparés des deux par des parties altérées ou détritiques.

---

(1) DE LA VALLÉE POUSSIN et RENARD, *Mémoire cité*, p. 2.

(2) *Mémoire sur les terrains primaires de la Belgique, etc.* Paris, 1860, p. 36.

(3) *Esquisse géologique du Nord de la France, etc.* Lille, 1880, p. 39.

Un rapide croquis montre la position suivante à gauche en descendant (fig. 3) :

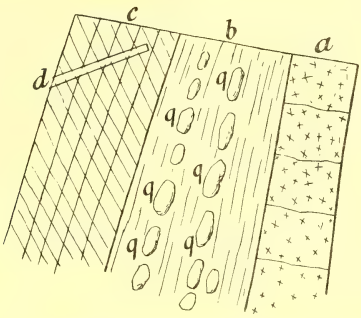


Fig. 3. — Carrières de porphyre du Brabant.

Coupe à gauche du plan incliné vers le contact.	Épaisseur.
a. Porphyrite redressée	0m10
b. Schiste gris noirâtre altéré, filon et blocs de quartz *q* dans le sens de la stratification	2.00
c. Schiste quartzeux dur, gris noirâtre à reflets bleuâtres . .	3.00
Inclinaison E. 30° N. (magnétique) = 63°.	
d. Filon de quartz	0.10

Un fait nouveau et des plus intéressants peut s'observer à cette Carrière de porphyre du Brabant, à droite du plan incliné dans le bas : c'est le contact direct de la roche silurienne encaissante avec la porphyrite, une vraie soudure des deux roches (fig. 4).

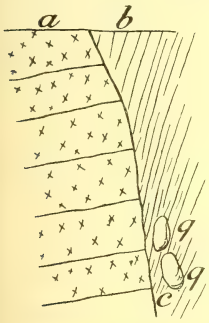


Fig. 4. — Carrières de porphyre du Brabant.

Coupe à droite du plan incliné vers l'angle.

a. Porphyrite.

b. Schiste altéré.

c. Contact, soudure de la porphyrite et du schiste.

q. Blocs de quartz.

A première vue, il ne paraît pas y avoir altération ou modification de la roche silurienne par la porphyrite ; mais un examen plus attentif fait douter. La roche est plus compacte et présente différentes modifications dont M. le commandant E. Mathieu, avec lequel j'ai visité la présente carrière, est occupé à faire l'étude. Il nous en fera connaître plus tard le résultat et son appréciation.

Nous avons constaté ensemble près du contact un filon de quartz traversant le schiste et la porphyrite. Le contact se fait par une véritable invagination, il y a pénétration réciproque de chaque roche l'une dans l'autre.

Le contact que l'on observe à la Carrière de porphyre du Brabant (fig. 4) rappelle celui donné dans le mémoire sur les roches plutoniennes; la roche silurienne est la même, mais moins altérée : c'est un schiste gris noirâtre mat.

Il y a des deux côtés des blocs de quartz, entre la roche porphyrique et la roche silurienne.

M. Hankar-Urban a appelé mon attention sur la roche silurienne qui se trouve à l'Est du tunnel, roche que l'on a fortement entaillée pour y placer une chaudière. C'est une espèce de schiste compact, gris noirâtre mat (inclinaison S. 20° O. m. = 70°); il est de même nature que celui observé dans la carrière précédente. (Voir carte, *d.*)

Quant aux différents schistes que l'on trouve, à Quenast, au voisinage ou au contact de la porphyrite et les précédents, je les aurais considérés jadis comme appartenant à l'assise de Gembloux. Peut-être sont-ils ordoviciens, mais de l'assise de Rigenée (Llandeilo), et peut-être bien aussi sont-ils cambriens (assise de Mousty), car j'y ai trouvé des traces d'*Arenicolites didymus*.

La présence de nombreux blocs de quartz dans les joints qui séparent la porphyrite des schistes siluriens n'est pas à négliger dans cette question de contact : on peut se demander d'où proviennent ces quartz.

Or, nous savons que le quartz n'est pas rare dans la porphyrite de Quenast, témoin le puissant filon de quartz à peu près vertical de la carrière des Pendants cité par Dumont (1).

« On nous a montré à Quenast, rapportent de la Vallée Poussin et Renard, des morceaux assez volumineux de quartz blanc jaunâtre translucide, qui étaient comme noyés dans une terre noirâtre et que l'on nous a affirmé provenir de l'éponte septentrionale. Il est éminemment probable que, sur la presque totalité de leur pourtour, les roches cristallines de Quenast sont en pleine décomposition et réduites en une sorte d'argile, et que le quartz, comme il ne manque guère d'arriver en cas semblable, a cristallisé comme produit secondaire avec une grande abondance (2). »

---

(1) *Mém. cité*, p. 302.
(2) *Mém. cité*, p. 2, note 1.

J'ai également constaté la présence de blocs de quartz sur la porphyrite altérée, et M. Hankar-Urban m'a fait remarquer, au Nord de la carrière du Bloquiau, de gros blocs de quartz blanc opaque, avec géodes à cristaux de quartz sans aucune autre substance minérale. (Voir carte, *e.*)

Quelle est l'origine de ces quartz? Elle se rapporte évidemment à l'altération de la porphyrite, et nous ne pouvons mieux faire que de rapporter ce que M. Hankar-Urban en a dit dans sa très intéressante notice *Sur l'altération superficielle de la porphyrite de Quenast* (1).

Deux mots d'abord sur les opinions de d'Omalius, de la Vallée Poussin et de Renard au sujet de l'altération de la roche.

En 1828, d'Omalius dit : « Les parties extérieures des couches et même les joints des fissures ont pris une couleur de rouille et présentent le « feldspath » dans un état de décomposition. Cette tendance à s'altérer paraît se rattacher à un état de choses qui n'existe plus. »

La Vallée Poussin a une opinion contraire : « Le degré d'altération des blocs et des sphéroïdes de Quenast dépend avant tout de l'épaisseur des couches meubles qui les surmontent. Cette roche subit donc fortement les actions atmosphériques actuelles. »

M. Hankar-Urban commence par constater qu'il n'y a aucune relation entre l'épaisseur des couches meubles recouvrant le porphyre et le degré d'altération de celui-ci.

« On peut, au point de vue de l'altération (2), distinguer deux degrés dans le phénomène : dans le premier, la pierre sonore, dure, résistante, à la cassure conchoïdale, est transformée en une roche au son mat, plus ou moins friable, à la cassure irrégulière, dont les feldspaths sont fortement kaolinisés, à la texture feuilletée parallèlement à la surface de séparation d'avec la pierre saine, sur laquelle elle forme croûte ou calotte.

» Le second degré montre la transformation complète de la porphyrite en une masse argileuse plus ou moins arénacée, dans laquelle les feldspaths, bien qu'entièrement transformés en kaolin, ont cependant, comme les autres éléments du reste, conservé leurs contours cristallographiques très nets. »

Enfin, M. Hankar-Urban démontre que la grande altération de la porphyrite est de beaucoup antérieure au dépôt de l'Yprésien. Il donne

---

(1) *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XXI, p. 270. Bruxelles, 1907.
(2) *Ibid.*, pp. 273-274.

ainsi raison à d'Omalius, lequel était un excellent observateur. Les altérations subséquentes sont de beaucoup les moindres.

Des faits analogues d'altérations très curieuses s'observent dans les calcaires carbonifères de l'Ourthe, etc., lorsque l'on dénude ces roches pour ouvrir ou agrandir une carrière.

Dumont admet que le contact de la porphyrite et de la roche voisine se fait par un joint d'injection; de la Vallée Poussin et Renard, que le quartz a cristallisé comme produit secondaire, donc une ségrégation : ces auteurs disent qu'il y a une faille, et ils admettent que le joint septentrional de la porphyrite de Quenast et du terrain silurien est le résultat de mouvements postérieurs aux roches rapprochées.

Quant à moi, je me suis demandé si ces quartz ne proviendraient pas, pour une bonne partie, des filons quartzeux de la porphyrite altérée et désagrégée. La roche porphyrique aurait été entraînée, et les filons de quartz, plus résistants, seraient restés à la surface ou auraient été disloqués, divisés, et se seraient déposés sur le pourtour de la porphyrite.

J'admets également que le contact septentrional est le résultat de mouvements postérieurs à la porphyrite et aux roches siluriennes, et que tous ces blocs de quartz sont les derniers vestiges de l'altération de la porphyrite depuis la période silurienne, altération qui a été plus énergique dans les périodes anciennes qu'elle ne l'est actuellement.

Ne remarque-t-on pas dans les roches reviniennes de l'Ardenne la disparition des phyllades par altération, tandis que les bancs de quartzite ou les filons de quartz, plus résistants, sont conservés sous forme de gros blocs?

Il résulte donc des faits observés à Quenast relativement aux rapports de contact qui existent entre les porphyrites et les roches siluriennes que, à part le contact immédiat de la Carrière du Brabant, on voit de la porphyrite, fortement décomposée, transformée en une espèce d'argile, puis des blocs de quartz et de la roche altérée, et enfin des roches siluriennes.

Il peut également y avoir eu une ségrégation sans qu'il y ait, pour cela, faille. Le joint de contact peut tout aussi bien être une fissure, suite du refroidissement et de la contraction de la porphyrite : on ne peut rien affirmer.

En attendant de nouvelles observations à Quenast, on peut dire que multiples sont les origines de ces quartz, filons quartzeux, plus résistants à l'altération que la porphyrite, fissure de retrait au moment de la consolidation, puis filons quartzeux par ségrégation.

A. Rutot. — Glaciations et Humanité.

En 1903, le professeur A. Penck, dans un mémoire intitulé : *Die alpinen Eiszeitbildungen und der prähistorische Mensch* (1), a fourni le résultat de ses longues et magnifiques observations sur les anciennes glaciations, surtout dans les Alpes, et il a profité de l'occasion qui s'offrait à lui pour essayer de mettre en rapport la chronologie glaciaire avec la série des industries humaines, en adoptant malheureusement la classification, devenue aujourd'hui par trop rudimentaire, de G. de Mortillet.

Voici la reproduction du tableau qui résume ce premier essai :

Classification de M. le Prof^r A. Penck.

Glaciations.	Industries.
Première époque glaciaire. *Günzien.*	
Première période interglaciaire.	
Deuxième époque glaciaire. *Mindélien.*	
Deuxième période interglaciaire (faune chaude). .	Chelléen.
Troisième époque glaciaire. *Rissien*	Moustérien froid.
Troisième période interglaciaire :	
a) à faune chaude.	Moustérien chaud.
b) à faune des steppes	Solutréen.
Quatrième époque glaciaire. *Würmien.*	
Postglaciaire. *a.* Oscillation d'*Achen.*	
b. Buhlien.	Magdalénien.
c. Gschnitzien.	
d. Daunien.	

En 1908, le célèbre professeur a de nouveau exposé ses vues devant la Société d'Anthropologie de Berlin (2), où il a déclaré que, depuis

(1) *Archiv für Anthropologie*, Neue Folge, I, 1903.

(2) A. Penck, *Das Alter des Menschengeschlechtes*. (Zeitschrift für Ethnologie, t. XL, 1908.)

1903, aucun fait nouveau ne l'avait engagé à modifier le parallélisme qu'il avait établi.

Depuis quelques années cependant, M. M. Boule, d'une part, M. le Dr H. Obermaier, d'autre part, avaient commencé à mettre en doute l'exactitude des rapports établis par le Profr A. Penck entre les glaciations et les industries humaines, et le premier en 1908 (1) et le second en 1909 (2) ont essayé de faire prévaloir leurs idées, qu'ils ont résumées dans les tableaux suivants :

Classification de M. Boule

I. *Günzien.*	
Premier interglaciaire.	
II. *Mindélien.*	
Deuxième interglaciaire.	
III. *Rissien.*	
Troisième interglaciaire	Chelléen.
IV. *Würmien.*	Moustérien.
Postglaciaire.	Solutréen. Magdalénien.

De son côté, M H. Obermaier reprenait, dans son travail cité, le tableau qu'il avait établi depuis 1905.

Classification de M. H. Obermaier.

Première époque glaciaire.	
Première période interglaciaire.	
Deuxième époque glaciaire.	
Deuxième période interglaciaire.	
Troisième époque glaciaire.	
Troisième période interglaciaire :	
a) à faune chaude.	Chelléen.
b) à faune des steppes	Acheuléen. Moustérien ancien.
Quatrième époque glaciaire.	
. . . . .	Moustérien.
Postglaciaire.	
	Aurignacien.
	Solutréen.
	Magdalénien.
Temps actuels	Azylien.
	Proto-néolithique.
	Néolithique.
	Age des métaux.

(1) M. Boule, *Observations sur un silex taillé du Jura et sur la chronologie de M. Penck.* (L'Anthropologie, t. XIX, 1908.)

(2) H. Obermaier, *Les formations glaciaires des Alpes et l'Homme paléolithique.* (L'Anthropologie, t. XX, 1909.)

Donc, s'il faut en croire MM. Boule et Obermaier, tous les géologues et anthropologues se seraient grossièrement trompés jusqu'ici pour ce qui concerne l'époque de l'apparition de l'Homme sur la Terre [1], que l'on avait placée généralement au commencement du Quaternaire.

Ce n'est plus cela du tout, l'Homme est devenu ultra-récent, car maintenant le Chelléen précède immédiatement la dernière glaciation (*Würmien*) et toutes les nombreuses industries paléolithiques suivantes seraient simplement postglaciaires, c'est-à-dire à peu près modernes.

Deux époques glaciaires quaternaires sur trois se seraient écoulées sans traces d'Humanité *ni même d'animaux*, puisque, d'après ces savants professeurs, la faune de l'*Elephas antiquus*, devenue subitement caractéristique du Quaternaire moyen [2], concordant avec l'apparition de l'Homme à industrie chelléenne, il y aurait lacune absolue dans nos connaissances entre la fin du Pliocène à faune de l'*Elephas meridionalis* et l'extrême fin de l'interglaciaire Riss-Würm à faune de l'*Elephas antiquus*.

Quant aux faunes du Mammouth et du Renne, elles seraient à peu près entièrement postglaciaires.

Chacun sachant que la première époque glaciaire ou *Günzien* et la première période interglaciaire rentrent dans les temps tertiaires pliocènes, les idées des savants professeurs de Paris et de Vienne se résumeraient donc dans le tableau suivant :

PLIOCÈNE.	I. *Günzien*.		
	Premier interglaciaire. .	. . . . .	*Elephas meridionalis*.
QUATERNAIRE	II. *Mindélien*	. . . . .	Néant.
	Deuxième interglaciaire	. . . . .	Néant.
	III. *Rissien*.	. . . . .	Néant.
	Troisième interglaciaire :		
	a) à faune chaude . .	Chelléen.	*Elephas antiquus*.
	b) à faune des steppes.	Acheuléen.	
	IV. *Würmien*	Moustérien.	
	Postglaciaire	Aurignacien.	*Elephas primigenius*
		Solutréen.	
		Magdalénien.	Renne.
	Temps actuels. . . .	Azylien.	
		Néolithique.	Faune actuelle.
		Age des métaux.	

[1] MM. Boule et Obermaier n'admettant pas l'industrie éolithique, pour eux l'Humanité actuellement connue ne commence donc qu'avec le Chelléen.

[2] Il n'est pas inutile de faire remarquer que, jusqu'ici, M. Boule considérait la faune de l'*Elephas antiquus* et l'industrie chelléenne comme caractérisant infailliblement le Quaternaire inférieur.

Cette répartition faunique — à laquelle les auteurs de la nouvelle chronologie ne paraissent pas avoir songé — et le rajeunissement extraordinaire de l'espèce humaine surprendront certainement bon nombre de géologues, de paléontologues et de préhistoriens, comme elles m'ont surpris moi-même; mais surprise n'est pas conviction, et, pour ce qui me concerne personnellement, je me vois obligé de déclarer que je ne puis admettre la majeure partie de ces nouveautés.

Certes, je ne suis pas d'accord avec le Prof^r Penck pour ce qui concerne les *détails* de son parallélisme du Glaciaire avec les industries humaines, mais il ne faut pas oublier, d'abord, que le tableau de Penck date de 1903, puis, que n'étant pas préhistorien, l'éminent professeur a simplement adopté la classification rudimentaire de G. de Mortillet, qu'il croyait satisfaisante (1).

En 1903, les notions sur le Strépyien, les deux Acheuléens et l'Aurignacien étaient à peu près inconnues; aussi mon désaccord avec le Prof^r Penck réside-t-il plutôt dans les différences de classification des industries que dans la partie relative aux synchronismes.

En effet, le Prof^r Penck, qui n'a pas encore pris position dans la question des éolithes, commence aussi, comme M. Boule, par le Chelléen, mais au moins il place, dans l'échelle des temps, le Chelléen exactement où je le place moi-même, et c'est là l'essentiel.

Pour le Prof^r Penck, comme pour moi, le Chelléen se trouve classé dans le deuxième interglaciaire Mindel-Riss; nous faisons donc commencer, lui l'Humanité, moi l'*Humanité paléolithique*, sensiblement au même moment.

A la lecture des travaux de MM. Boule et Obermaier, on reconnaît aussitôt que, seule, la manière de voir du Prof^r A. Penck se trouve discutée et, pense-t-on, renversée; il n'est fait aucune allusion aux parallélismes que j'ai cru pouvoir établir.

Je n'ai donc pas à me plaindre et, certes, je n'aurais pas songé à écrire le présent travail, si les conclusions des auteurs précités s'étaient simplement trouvées non conformes à celles du Prof^r Penck.

Le savant géologue est de taille à défendre lui-même ses idées, il n'a nul besoin de mon aide; aussi, en prenant part au débat, je n'ai en vue que la sauvegarde de mes conclusions personnelles.

Constatons en premier lieu que la discussion sera aisée, car, dès

---

(1) On a pu voir par le tableau fourni par M. Boule, reproduit ci-dessus, que ce paléontologue adopte également, comme le Prof^r Penck, la classification simpliste et insuffisante de G. de Mortillet.

l'abord, une des plus grosses difficultés qui pouvaient se présenter se trouve résolue : MM. Boule, Obermaier, Penck et moi nous nous trouvons entièrement d'accord sur les glaciations, sur leur âge, sur leur nombre, sur leur succession. Pour ce qui concerne une question qui a déjà fait couler tant d'encre, c'est vraiment inespéré; la discussion se trouve allégée de son facteur le plus embrouillé et le plus scabreux; entre nous, nous pouvons parler la même langue, employer les mêmes expressions géologiques, et ce sera tout bénéfice pour la clarté et la simplicité du débat.

Mon but sera donc de montrer que je n'ai pas tort d'adopter les conclusions résumées dans le tableau ci-après (p. 64).

Mais, me dira-t-on, ce tableau diffère sensiblement de ceux que vous avez publiés !

Sans aucun doute, puisque nous en sommes toujours aux essais et aux améliorations locales. Tant que les recherches en cours n'auront pas abouti à des conclusions certaines, il y aura toujours l'une ou l'autre partie du tableau qui ne représentera que des prévisions, en attendant mieux.

Mais de jour en jour nous approchons de la solution, et, en somme, celle-ci ne dépend plus guère que de la clôture des recherches de M. le Prof^r Commont, d'Amiens, dans les limons.

C'est surtout de lui que nous attendons la fixation exacte du niveau de chaque industrie humaine du Paléolithique supérieur dans la série stratigraphique, et chacun sait que les recherches de M. Commont, poussées avec le soin et la persévérance qu'il y met, tendent vers l'accord parfait entre l'échelle des industries humaines et la chronologie géologique.

Quelles sont les bases de mon tableau?

Elles sont triples: géologiques, paléontologiques et anthropologiques ou archéologiques.

La base géologique est double . elle s'appuie d'abord sur le système glaciaire du Prof^r Penck, puis sur l'échelle stratigraphique applicable à la fois à la Belgique et au Nord de la France, due aux travaux de MM. Ladrière et Commont et aux miens, et enfin sur la parallélisation des deux modes de chronologie.

En Belgique, comme dans le Nord de la France, il n'y a jamais eu d'extensions glaciaires, donc il ne peut y être question de moraines.

Nos études locales n'ont ainsi jamais eu les glaciations comme base, de sorte que le Prof^r Penck et moi avons travaillé de la manière la plus

CLASSIFICATION DE M. A. RUTOT.

TERTIAIRE.	Oligocène inférieur. — moyen. — supérieur. Miocène inférieur. — moyen. — supérieur. Pliocène inférieur. — moyen. — supérieur.			Fagnien. Cantalien. Kentien. Saint-Prestien.	Éolithique.	Nord de la France.	Belgique.
			Günzien. Interglaciaire.			*Elephas meridionalis.*	
QUATERNAIRE.	Quaternaire inférieur ou Moséen	Alterer Diluvium.	**Mindélien.**	Reutélien Mafflien. Mesvinien.		*Elephas antiquus.*	*Elephas trogontheri.*
	Quaternaire moyen. — Campinien.		Interglaciaire. Mindel-Riss.	Strépyien. Chelléen.	Paléolithique inférieur.		
			Rissien.	Acheuléen I.			
	Quaternaire moyen. — Hesbayen.	Sand Löss.	Interglaciaire. Riss-Würm.	Acheuléen II. Moustérien inférieur. — moyen. — supérieur.		Mammouth et Renne.	Mammouth et Renne.
	Quaternaire supérieur. — Brabantien.	Jungerer Löss.	**Würmien.**	Aurignacien inférieur. — moyen. — supérieur	Paléolithique supérieur.		
	Quaternaire supérieur. — Flandrien.		Oscillations de retrait et Post-glaciaire.	Solutréen inférieur. — supérieur. Magdalénien inférieur — moyen. — supérieur.			
	Quaternaire supérieur. — Lacune sédimentaire.					Renne.	
MODERNE.	Grand détritique.			Azylien. Flénusien Campignyien.	Néolithique.	Faune sauvage actuelle.	
	Terrains modernes.		Tourbe.	Pierre polie. Age des métaux. Époque romaine.		Faune actuelle domestiquée.	
			Alluvions modernes.	Époque franque. Moyen âge. Temps actuels.			

indépendante possible, au point que nous avons terminé nos travaux avant que nous ayons jamais songé à les comparer.

Tant que j'ai eu à m'occuper exclusivement de la géologie des terrains quaternaires de Belgique, je n'ai jamais pensé à autre chose qu'à contrôler mes superpositions et à perfectionner mon échelle; mais en Europe, la chronologie glaciaire étant utilisée d'une manière générale, je me suis vu, à un moment donné, obligé de m'initier au système glaciaire et d'y faire concorder mes divisions stratigraphiques locales.

C'est ce que j'ai réalisé en 1906 (1).

Il devait bien être certain que les époques glaciaires étant des phénomènes grandioses, elles devaient avoir régi la distribution des dépôts quaternaires, même dans les régions non soumises directement aux glaciations, et dès lors, nos pays bas étant en relation étroite avec des cours d'eau importants comme la Meuse, la Moselle et le Rhin qui ont leurs sources dans des régions glaciées, il devenait évident que nos nombreuses et puissantes couches quaternaires n'étaient que la résultante des glaciations successives.

Mais puisque les glaces n'avaient jamais envahi notre sol, les époques glaciaires proprement dites nous échappaient et avec elles, pouvait-on croire, le principal élément de comparaison.

Heureusement si, d'une part, les glaciers étendent leurs moraines pendant l'extension glaciaire, en revanche, lors des retraits, la fusion des glaces met en liberté des quantités énormes d'eau douce qui doivent s'écouler vers la mer.

Or, nous savions que nos régions, à cause de l'absence de la Manche, du Pas de Calais et de la mer du Nord, c'est-à-dire à cause de la soudure parfaite de la Grande-Bretagne au continent, se trouvaient dans la plus mauvaise situation possible relativement à l'écoulement facile des eaux vers l'océan.

Nous savions que tout notre réseau fluvial se déversait dans une immense artère formée par l'Escaut-Meuse-Rhin-Tamise-Elbe, qui serpentait dans une vaste plaine actuellement représentée par la mer du Nord et allait se jeter dans l'Océan Arctique le long des côtes Ouest de la Norvège.

Nous savions encore que les deux principales glaciations : Mindel et Riss, partaient de la crête montagneuse de la presqu'île scandinave et

---

(1) A. Rutot, *Essai de comparaison entre la série glaciaire du Prof^r A. Penck et les divisions du Tertiaire supérieur et du Quaternaire de la Belgique et du Nord de la France.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XX, 1906.)

étendaient leur front jusque Londres, le Nord de la Hollande, en passant au travers de l'Allemagne du Nord et de la Russie.

Or, ce front, lors de l'apogée de chacune des glaciations importantes, devait inévitablement barrer complètement la grande artère fluviale qui assurait l'écoulement des eaux douces de nos régions vers l'océan et, à cause de cette disposition toute particulière qui n'existait pas pour la plupart des autres fleuves de l'Europe centrale, il devait fatalement se produire de monstrueuses accumulations d'eaux stagnantes représentant, dans les vallées, des crues formidables, que nous avions très bien reconnues et mesurées lors de nos levés géologiques.

Nos travaux nous avaient donc montré, tant en Belgique que dans le Nord de la France, l'existence, pendant les temps quaternaires, de trois crues considérables, dont deux très grandes — les deux premières — suivies d'une troisième, beaucoup plus réduite.

Si nous laissons de côté la glaciation günzienne qui s'est produite pendant le Pliocène moyen [1], alors que des mers avaient envahi une partie de notre territoire et qui a du reste été peu importante en dehors du pourtour immédiat des régions montagneuses, il nous reste donc à considérer trois glaciations quaternaires : Mindélien, Rissien et Würmien, dont l'extension a été en décroissant.

En effet, les géologues sont d'accord pour admettre que le Mindélien correspond au maximum d'extension glaciaire ; puis vient le Rissien dont les moraines frontales sont sensiblement en retrait sur celles du Mindélien ; enfin s'est produit le Würmien, qui ne s'est pas étendu au delà de la limite des massifs montagneux.

Il n'y a eu, en réalité, que deux grandes glaciations à calotte septentrionale, dont les moraines ont été portées à des centaines de kilomètres dans les plaines et les vallées, au delà de la zone montagneuse d'origine, et ces énormes extensions, en Europe, ne sont parties que de la crête scandinave, les régions recouvertes de glaces autour des

---

[1] Il est bien certain, pour les géologues belges, que la glaciation günzienne a dû avoir son maximum vers le milieu du Pliocène, car dans nos terrains marins du Pliocène inférieur, puis du commencement du Pliocène moyen, nous voyons les formes arctiques devenir de plus en plus abondantes, jusqu'à dominer à l'époque du Poederlien inférieur. Puis la glaciation a pris fin pendant le retrait de la mer vers le Nord, et, après une épaisseur plus ou moins grande de dépôts fluvio-marins, il s'est instauré un régime d'eaux douces et de forêts avec grands conifères et faune de Cervidés (Argile de la Campine et de Tegelen) indiquant un climat tempéré. Ce régime forestier correspond au Poederlien supérieur. Ensuite a commencé le Pliocène supérieur à faune de l'*Elephas meridionalis*.

chaînes de montagnes du Sud, telles que les Alpes, les Pyrénées, etc., ayant été beaucoup moins importantes.

On a pu calculer approximativement qu'à l'époque mindélienne le front de la calotte septentrionale s'est éloigné de 1 200 kilomètres de la chaîne scandinave, alors qu'à l'époque du Rissien les moraines frontales se sont avancées de 1 100 kilomètres, soit en retrait sur le Mindélien d'environ 100 kilomètres.

Cela nous fait donc, pendant le Quaternaire, deux grandes glaciations suivies d'une relativement petite, à mettre en regard, pour la Belgique et le Nord de la France, de deux grandes crues suivies d'une relativement petite.

Or, lorsque nous parlons de grandes crues, ce sont des élévations de niveau de 65 et de 130 mètres dont il s'agit, tandis que la « petite », plus locale, a pu atteindre de 30 à 40 mètres.

Deux grandes glaciations suivies d'une petite à mettre en regard de deux grandes crues et d'une petite, est-ce là l'effet d'un pur hasard ?

Chacun le prendra comme il le voudra, mais pour ce qui me concerne, j'ai cru qu'il était logique, en présence des conditions défavorables d'évacuation des eaux douces à la mer, indiquées ci-dessus, de considérer les deux grandes crues comme les résultats directs de la fusion et du recul de la calotte de glace des deux grandes glaciations, la petite crue se mettant en rapport avec la petite glaciation.

Si donc nous n'avons pas de glaciations positives, nous en avons le négatif bien indiqué, en ce sens que ce n'est pas la progression des glaces qui s'est accusée chez nous par des moraines, mais bien le recul qui a été marqué par des crues.

Nous avons donc la série :

Grande extension de Mindel,
Grande crue moséenne.
Grande extension de Riss,
Grande crue hesbayenne.
Petite extension de Würm,
Petite crue flandrienne.

Les temps quaternaires s'ouvrant par la progression de la calotte mindélienne, nous ne constatons, dans nos vallées non encore entièrement creusées, qu'un régime d'eaux basses mais rapides en puissance d'érosion, sans dépôts.

Vienne le retrait de la calotte mindélienne, voilà les Vosges et les Alpes qui déversent vers nos régions de monstrueuses quantités d'eaux

douces, dont l'exutoire naturel vers le Nord est barré par la calotte de glace septentrionale en recul, faisant monter le niveau des eaux de 65 mètres, ce qui a permis le recouvrement complet de la moyenne terrasse de nos vallées jusqu'au pied de la pente rapide menant à la haute terrasse de 100 mètres, avec dépôt de sable et d'une argile sableuse dite « glaise moséenne ».

Lorsque le front du grand glacier eut suffisamment rétrogradé pour permettre le débouché du grand fleuve collecteur des eaux du Nord de l'Europe dans l'Océan Glacial, la crue cessa rapidement, et les vallées se recreusèrent au travers de la masse des sédiments déposés.

Après une période normale d'eaux basses rapides pendant laquelle nos vallées s'approfondirent au maximum, période qui concorde avec l'interglaciaire Mindel-Riss, la glaciation rissienne commença.

Or, la stratigraphie détaillée de nos couches quaternaires nous montre clairement qu'avant l'apogée de la glaciation il y a eu des oscillations du front des glaciers des régions montagneuses. Ces oscillations sont naturellement dues à des phases de recul pendant la période d'avancement, et l'étude de nos couches nous permet de constater l'existence de trois oscillations, chaque phase de retrait ayant occasionné, chez nous, une crue dans les vallées, crues qui ont submergé chaque fois la basse terrasse en élevant le niveau d'eau d'environ 15 mètres.

Enfin, les glaces du Rissien cessèrent d'avancer et bientôt elles commencèrent leur recul.

D'énormes quantités d'eau douce furent encore mises en liberté vers le Sud, et cette fois le niveau des eaux s'éleva à 130 mètres, c'est-à-dire qu'elles recouvrirent toute la haute terrasse jusqu'au pied des hauts plateaux.

Sur les versants et la haute terrasse se déposa, en abondance, un sable extrêmement fin, chargé d'un peu d'argile et de calcaire, qui constitue la masse principale de notre *limon hesbayen* stratifié, synchronique de l'*Alterer Löss* ou *Sandlöss* des géologues allemands.

Mais nous savons que, pendant le retrait de la calotte septentrionale, une oscillation du front de glace, c'est-à-dire une progression momentanée, se produisit.

L'embouchure du grand fleuve collecteur, qui s'était débloquée et avait fait cesser la crue, fut de nouveau barrée, et aussitôt la crue hesbayenne reprit une grande partie de son ampleur; toutefois le retrait de la glace continuant, l'exutoire vers la mer fut de nouveau débouché, et la crue hesbayenne prit définitivement fin.

Nous aurions sans doute toujours ignoré l'important détail de l'exis-

tence d'une sérieuse interruption de la crue hesbayenne, si des peuplades paléolithiques, croyant la grande crue terminée, ne s'étaient mises, des rives de la Loire, en route pour nos régions.

C'est la découverte, entre les deux masses limoneuses, d'une trentaine de stations dans le Nord de la France et en Belgique, où sont accumulés les débris de l'industrie de ces populations, qui constitue l'indice certain de la période sèche qui sépare les deux assises de la masse du limon hesbayen.

Après le retrait de la crue et, par conséquent, de la calotte glaciaire rissienne, commença, avec l'interglaciaire, l'existence, dans l'Europe centrale, d'un régime de climat froid et sec qui provoqua le transport, de l'Est vers l'Ouest, de poussières provenant de la dessiccation des vastes nappes de limon hesbayen, c'est-à-dire de *Sandlöss,* précédemment déposées.

C'est de cette manière que s'accumula, par voie éolienne, la masse des poussières soulevées sous forme d'un limon très fin, pulvérulent, qui constitue le *Jüngerer Löss* des géologues allemands et notre *limon brabantien* en Belgique.

M. le Prof^r Commont nous montre qu'autour d'Amiens le dépôt éolien ne s'est pas produit.

Probablement la proximité relative de l'Océan Atlantique rendait le climat plus humide que dans l'Europe centrale ; aussi le *Löss* éolien est-il représenté, dans le bassin de la Somme, par des dépôts de ruissellement sur les pentes, improprement appelés « Ergeron ».

Enfin, plus tard, des mouvements orogéniques se produisirent le long des côtes du Nord de l'Europe, pendant que sur les régions montagneuses s'étendit la petite glaciation würmienne.

Dans la région Nord, la mer envahit largement le continent, la Manche se forma, isolant les îles Britanniques, la mer du Nord recouvrit la vaste plaine où serpentait majestueusement la large artère chargée d'évacuer les eaux douces vers le Nord et fit même une sérieuse incursion en Belgique, attendu qu'elle submergea près de la moitié de notre territoire ; nous savons aussi que des glaçons venant du Nord s'échouèrent sur le littoral limbourgeois, où, en fondant, ils abandonnèrent des blocs erratiques de roches cristallines provenant vraisemblablement de l'Écosse.

C'est alors que, le Würmien prenant fin, des eaux douces s'accumulèrent dans le bassin de Paris et dans les vallées de la Haine et de l'Escaut, où elles déposèrent d'abord le vrai « Ergeron », puis, après une période sèche, la terre à briques, dernier terme du Quaternaire de nos régions.

Partout dans les parties basses du pays s'étend largement, sur le Flandrien marin, sans couche intermédiaire, la *Tourbe*, qui a commencé à se former alors que l'époque moderne était déjà entamée et dont le dépôt s'est perpétué jusqu'à la fin de la période romaine (300 ans après J.-C.).

Grâce aux recherches de M. Commont, d'une part, et de celles effectuées dans la tourbe, d'autre part, il est devenu évident maintenant qu'il a dû y avoir une assez longue durée, une période tranquille à cours d'eaux rapides mais basses, pendant laquelle aucun dépôt alluvial sensible ne s'est effectué dans nos vallées et concordant avec la fin du postglaciaire.

Enfin, un peu avant la terminaison du postglaciaire se sont présentées les conditions atmosphériques spéciales qui ont amené l'écroulement intense des façades et des voûtes des cavernes, en forçant les Troglodytes ou derniers Magdaléniens à abandonner, à peu près partout, l'occupation de leurs habitations souterraines. On sait que j'ai donné à cette époque le nom de *grand détritique*.

Voilà donc comment la notion des glaciations du Prof^r Penck a pu être introduite dans la compréhension de notre Quaternaire.

Si maintenant nous nous reportons au tableau de la page 64, qui donne la manière dont je comprends la répartition des industries, tant dans la série stratigraphique que dans celle des glaciations, nous voyons que la disposition adoptée découle des constatations faites tant en Belgique qu'en France dans la série stratigraphique, c'est-à-dire dans les meilleures conditions possibles pour arriver au maximum de sécurité.

La position réelle des industries, là où nous les avons placées, constitue la justification de notre manière de voir.

Ce n'est toutefois pas une raison pour prétendre à l'infaillibilité : chacun peut se tromper; aussi ai-je pris connaissance, avec toute l'attention qu'ils méritent, des travaux de MM. Boule et Obermaier.

Il doit tout d'abord être entendu que nous laisserons entièrement de côté la question des éolithes. Tout a été dit, pour le moment, pour et contre, la notion de l'existence des industries primitives étant actuellement mise au point et débarrassée des côtés fantaisistes dans lesquels ont essayé de persister ceux qui ne la comprenaient pas. Cette notion fait actuellement son chemin, tranquillement et sûrement, et il n'y a aucune utilité à la soulever ici, la véritable question étant de savoir si l'industrie paléolithique a commencé pendant l'interglaciaire Mindel-Riss, comme je le crois, ou pendant l'interglaciaire Riss-Würm, comme le prétendent MM. Boule et Obermaier.

Les conclusions de ces préhistoriens dérivent de diverses propositions, dont les principales sont :

1° Des stations à industrie magdalénienne et même de la fin du Solutréen ont été rencontrées *dans* le Löss éolien de l'Est de l'Europe, ainsi que dans des cavernes de la Suisse notamment. Or, ces cavernes sont situées à l'intérieur des moraines frontales de l'extension maximum du Würmien, donc elles sont postglaciaires, ce qui entraîne l'âge postglaciaire de tout le Löss éolien, considéré jusqu'ici comme interglaciaire, lequel renferme aussi des stations aurignaciennes.

Dès lors, toutes les industries du Paléolithique supérieur, à partir de la fin du Moustérien, seraient postglaciaires;

2° Comme la série des industries humaines se poursuit sans lacunes sensibles et que le milieu du Moustérien concorde avec une époque glaciaire, il s'ensuit que cette industrie est synchronique de la dernière glaciation, c'est-à-dire du Würmien, et alors, en raison de la continuité des industries, l'Acheuléen et le Chelléen viennent se classer directement en avant du Moustérien, vers la fin de l'interglaciaire Riss-Würm ;

3° M. Boule avance, de son côté, qu'en France on a rencontré *in situ*, en trois points, des instruments amygdaloïdes « chelléens ou acheuléens » à l'intérieur des moraines externes du Rissien.

Les hommes possédant l'industrie paléolithique inférieure n'ont pu occuper ces localités qu'après le recul des glaciers rissiens, donc pendant l'interglaciaire Riss-Würm, ce qui confirme les conclusions précédentes.

J'avoue qu'au premier abord tout cela m'a semblé très grave, car, présentés de cette façon, les arguments paraissent très sérieux et vraisemblables.

Cependant, en réfléchissant, j'ai reconnu qu'ils renfermaient des points faibles qui ne peuvent résister longtemps à l'examen approfondi.

Reprenons, en effet, le premier argument, celui ayant rapport à la présence d'industries magdaléniennes dans le Löss et dans des cavernes comprises dans la région ayant subi les glaciations.

Circonstance bizarre, le travail de M. Obermaier, paru dans le dernier numéro de l'*Anthropologie*, m'est parvenu pendant que je corrigeais les épreuves de ma note relative aux nouvelles recherches de M le Prof^r V. Commont dans la vallée de la Somme (1), et, précisément, on

---

(1) Voir A. Rutot, *Les découvertes de M. le Prof^r V. Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens*. (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXIV, 1910.)

peut y voir que ces recherches conduisent à la conclusion que vraisemblablement tout le Magdalénien typique ou, au moins, ses termes moyens et supérieurs doivent se trouver stratigraphiquement au-dessus de la terre à briques et en dessous de la tourbe, et qu'ils correspondent ainsi à une époque de tranquillité qui n'a laissé chez nous aucun dépôt nettement discernable.

En réalité, grâce aux découvertes de M. Commont, nous savons que le Magdalénien concorde, dans le Nord de la France et en Belgique, avec une véritable lacune de sédimentation dans laquelle entreraient aussi le Tardenoisien-Azylien et peut-être le Flénusien, contemporains de la fin de cette période, caractérisée un peu partout par le phénomène de l'écroulement des cavernes que j'ai appelé le *grand détritique*.

Ce qui me permet de parler ainsi, c'est que jusqu'ici, dans la tourbe de nos régions, nous n'avons rencontré ni Tardenoisien, ni Flénusien ; la première industrie constatée est celle à tranchets ou Campignyien.

Les résultats des trouvailles de M. Commont dans la terre à briques concordent donc parfaitement avec celles tirées de l'exploration des cavernes suisses, du Löss de l'Allemagne et de l'Autriche-Hongrie, pour ce qui concerne le Magdalénien.

Puisque la terre à briques surmonte l'Ergeron et que, pour moi, le dépôt de l'Ergeron de Belgique [1] n'est que la conséquence immédiate de la fusion des glaces du Würmien, il s'ensuit que notre Ergeron et sa terre à briques sont postglaciaires, ce qui entraîne l'âge postglaciaire des deux niveaux industriels de la terre à briques, — l'Ergeron supérieur étant stérile, — c'est-à-dire du niveau que je considère comme Aurignacien supérieur, surmonté de celui des grandes lames de Belloy-sur-Somme, que je rapporte soit au Solutréen supérieur atypique, soit au Magdalénien inférieur, ainsi que des niveaux magdaléniens moyen et supérieur qui ont suivi.

Et nous voilà, de cette manière, entièrement d'accord avec M. le Dr Obermaier, pour commencer.

C'est à partir de ce moment que le préhistorien viennois, ayant mis le bras dans l'engrenage, se croit obligé d'y passer tout entier.

Mais c'est là précisément que je m'arrête.

---

[1] D'après les conclusions de mon dernier travail sur les recherches de M. Commont autour d'Amiens, il doit être entendu que, seul, l'*Ergeron supérieur* de la vallée de la Somme correspond à l'Ergeron de Belgique. Les Ergerons inférieur et moyen de M. Commont sont synchroniques de notre limon brabantien, c'est-à-dire du Löss éolien.

Il n'est pas évident pour moi que, si une bonne partie du Löss éolien *doit* être considérée comme postglaciaire, toute cette assise, notamment la partie qui renferme le Moustérien supérieur et l'Aurignacien inférieur, doive rentrer dans le postwürmien.

Le motif qui m'empêche de suivre le Dr Obermaier est celui que j'ai tiré, d'une part, de la concordance des grandes crues et des glaciations, et, d'autre part, des résultats des recherches de M. Commont dans la vallée de la Somme.

En effet, la crue qui a déposé l'Ergeron supérieur, puis la terre à briques, est pour moi le signe certain de la fin de la petite glaciation würmienne, et, pour autant qu'on le sache, l'industrie trouvée autour d'Amiens par M. Commont, à la limite de l'Ergeron moyen et de l'Ergeron supérieur, ne peut guère être autre chose que l'Aurignacien inférieur (1).

Dès lors, ce serait cet Aurignacien inférieur qui concorderait avec l'extension maximum du Würmien, car la crue de fonte est venue recouvrir directement cette industrie, et ainsi la partie de Löss plus ancienne que la fin de l'Aurignacien inférieur serait aussi préwürmienne et appartiendrait donc à l'interglaciaire Riss-Würm.

Quelques-uns pourront peut-être s'étonner de ce qu'une glaciation n'ait pas modifié plus ou moins, ou même profondément, le régime éolien qui a produit le Löss; mais il est utile de se rappeler que la glaciation de Würm ne paraît guère avoir affecté que les hauts massifs montagneux de l'Europe centrale et n'a pas provoqué la formation d'une grande calotte de glace septentrionale comme les précédentes : Riss et Mindel.

Comparée à celles-ci, la glaciation de Würm est un phénomène localisé qui a influencé seulement le pourtour des hautes altitudes, mais qui n'a pu avoir raison du régime continental de vents d'Est qui s'était instauré dès la fin du recul de la glaciation de Riss, c'est-à-dire après la disparition de la crue hesbayenne (*Sandlöss*).

Si des modifications se sont produites dans nos régions, c'est que nous occupions une situation plus littorale que le centre de l'Europe, et encore, si le bassin de Paris ne renferme pas de Löss éolien proprement dit, vu qu'il est remplacé par les deux niveaux inférieurs de l'Ergeron, en revanche la Belgique, moins littorale à cette époque, a

---

(1) Voir mon dernier travail : *Les découvertes de M. le Prof^r V. Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXIV, 1910.)

participé aux deux régimes. Elle a d'abord subi le régime éolien dès son établissement jusqu'à l'apogée du Würmien, et c'est pendant le préwürmien que s'est déposé le limon brabantien, prolongement évident du Löss éolien d'Allemagne. Mais alors, dès le recul du Würmien, la Belgique s'est trouvée sous le régime de la crue de l'Ergeron supérieur, aggravée, du reste, par le mouvement d'affaissement qui a permis à la mer de faire une large invasion dans le pays.

Donc, dans le bassin de Paris, pas de Löss éolien; en Belgique, Löss éolien (Brabantien) depuis la fin de la grande crue hesbayenne jusqu'à l'apogée du Würmien, puis régime de crue de l'Ergeron; enfin, en Allemagne, régime éolien continu depuis la fin de la crue du *Sandlöss* jusqu'au commencement des temps modernes.

Voilà la transition bien marquée du régime littoral français au régime continental allemand, avec la ligne de démarcation entre le Löss éolien inférieur allemand = Brabantien = Ergeron inférieur et moyen d'Amiens de M. Commont, qui sont préwürmien, c'est-à-dire interglaciaire Riss-Würm, et le Löss éolien supérieur allemand = Flandrien belge (Ergeron et terre à briques) = Ergeron supérieur et terre à briques d'Amiens de M. Commont, qui sont postwürmien ou postglaciaire.

En résumé, la masse en apparence homogène du Löss éolien de l'Est de l'Europe est, en réalité, divisible en deux parties, l'une préwürmienne, l'autre postwürmienne, la ligne de séparation étant bien marquée, surtout en Belgique, à cause du changement de régime provoqué par l'invasion marine et par la crue flandrienne qui a dû arrêter net l'accumulation des poussières atmosphériques sous forme de Löss.

Enfin, nous savons, par les recherches de M. Commont, que l'apogée du Würmien concorde avec le stade industriel de l'Aurignacien inférieur.

Voilà donc la théorie du Löss éolien entièrement postwürmien bien compromise, mais continuons.

L'industrie qui a précédé l'Aurignacien est le Moustérien, et, pour M. le Dr Obermaier, le Moustérien concorde avec une période glaciaire qu'il croit la Würmienne.

Or, puisque d'après nous le Würmien finit au moment où l'Aurignacien moyen commence, l'accord n'existe pas, d'autant plus que je n'ai jamais pu admettre qu'il y ait eu concordance entre le Moustérien typique et une glaciation quelconque.

Si je ne me trompe, c'est G. de Mortillet qui, dès 1880, a déclaré,

sans aucune preuve, que le Moustérien était synchronique d'une glaciation [1]. Tout au plus a-t-il pu s'appuyer, pour étayer son dire, sur une autre affirmation sans preuve consistant à déclarer que le Renne est apparu à l'époque moustérienne, ce qui serait l'indice d'un climat froid, par conséquent glaciaire.

Il faut avouer que G. de Mortillet a eu la bonne fortune de se créer une foule de partisans tenaces, qui ont toujours admis, sans discussion, tout ce qu'il a dit, d'où, par exemple, la croyance enracinée du Renne apparaissant à l'époque moustérienne et indiquant des conditions glaciaires.

Malheureusement, rien n'est plus faux que de soutenir que le Renne n'est apparu qu'à l'époque moustérienne, car il est de toute évidence que, en Belgique notamment, le Mammouth, le *Rhinoceros tichorhinus* et le Renne apparaissent ensemble dès le niveau à industrie paléolithique préchelléenne à laquelle j'ai donné le nom de *Strépyien* [2].

Ce qui est non moins certain, c'est que, à mesure que l'on descend vers le Sud, l'*Elephas antiquus* persiste de plus en plus et perdure, aux bords de la Méditerranée, jusqu'à la fin du Moustérien.

Entre la Belgique et la Côte d'Azur, on peut suivre les stades intermédiaires de la pénétration du Mammouth et de ses compagnons inséparables, le *Rhinoceros tichorhinus* et le Renne, et à Amiens notamment, *Elephas antiquus* et sa faune montent jusqu'au niveau de transition entre le Chelléen et l'Acheuléen I, ce dernier se trouvant définitivement sous le régime du Mammouth.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que, à partir du Moustérien, *il semble* qu'en France le Renne prenne une prépondérance relativement au Mammouth et au Rhinocéros, mais c'est peut-être là une simple illusion, car les cavernes ne constituent pas des gisements paléontologiques *naturels*, des cimetières d'animaux comme le sont nos alluvions fluviales anciennes; le contenu osseux des cavernes représente surtout l'*amas des débris de nourriture de l'Homme* ou des parties utilisables détachées des animaux constituant la faune de l'époque, ce qui

---

[1] A l'époque, déjà lointaine, où G. de Mortillet a fait sa déclaration relative à la concordance du Moustérien et d'une glaciation importante, on ne savait même pas si les industries des cavernes et des abris-sous-roche étaient synchroniques ou pas du Paléolithique inférieur; ce ne sont, en réalité, que les découvertes de M. Commont dans les limons qui ont permis d'affirmer qu'il y avait superposition évidente du niveau moustérien sur le niveau acheuléen II.

[2] Les grandes découvertes paléontologiques d'Hofstade, près Malines, montrent encore ce fait très clairement. Voir mes derniers travaux à ce sujet.

implique un choix évident et non une représentation proportionnelle de cette faune.

La présence de beaucoup de débris de Rennes et de Chevaux dans les abris et les cavernes, à partir du Moustérien, signifie donc que l'Homme a préféré capturer le Renne et le Cheval au Mammouth et au Rhinocéros, et c'est tout [1].

Ainsi que je l'ai déjà dit à maintes reprises, c'est un non-sens *paléontologique* que d'appeler les temps paléolithiques à partir du Moustérien : *époque du Renne;* c'est, en réalité, *époque du Mammouth* qu'il faudrait dire.

La vraie *époque du Renne*, au point de vue paléontologique, ne commence qu'au Magdalénien moyen, alors que le Mammouth et le Rhinocéros ont *réellement* disparu.

Quoi qu'il en soit, le Moustérien ne concordant nullement avec l'apparition du Renne, la notion glaciaire qui en découle se trouve aussi en bien mauvaise posture, et alors, en considérant cette apparition simultanée du Mammouth et du Renne en Belgique dès le Préchelléen, et l'invasion lente de cette faune froide, refoulant peu à peu la faune de l'*Elephas antiquus*, nous en arrivons à ne pouvoir nous défendre d'y reconnaître l'influence de l'avancement d'une *grande glaciation*, qui ne peut être que celle de Riss.

Et tout ceci n'est en somme qu'une argumentation de sentiment à côté de la vraie argumentation sérieuse, c'est-à-dire stratigraphique, que nous allons aborder.

En effet, M. Commont, à la suite de MM. Laville, Dubus, Thiot et d'autres, nous montre que le niveau stratigraphique du Moustérien commence au sommet des « limons moyens » et se perpétue jusqu'à la partie supérieure de l'Ergeron inférieur.

Or, les « limons moyens » sur lesquels repose le Moustérien sont l'exact équivalent de notre limon hesbayen, qui lui-même constitue l'énorme dépôt de la crue d'une *grande glaciation*, laquelle ne peut être que le Rissien, attendu que le Würmien correspond à l'Aurignacien moyen et ne constitue qu'une petite glaciation, incapable de provoquer une crue aussi formidable que la crue hesbayenne.

---

[1] Les dessins et les gravures ou les sculptures sur os, ivoire ou bois de Renne, et aussi sur parois de cavernes, montrent très bien que l'Homme magdalénien connaissait le Mammouth, et cependant les restes de cet Éléphant sont des plus rares parmi le matériel osseux retiré des abris-sous-roche et des grottes du Périgord.

Le Moustérien est donc clairement postrissien et fait partie du commencement de l'interglaciaire Riss-Würm.

Le Moustérien a été précédé lui-même par l'Acheuléen II, dont nous connaissons enfin parfaitement la position stratigraphique.

L'Acheuléen II se rencontre soit directement en dessous, soit directement au-dessus de la petite couche de « limon rouge fendillé » de Ladrière. C'est dans cette dernière situation que M. Commont trouve surtout la terminaison du plus bel Acheuléen II, qui est renfermé dans le lit noir tourbeux représentant du « limon gris à Succinées » de Ladrière, et c'est sur ce limon tourbeux qu'ont circulé les Moustériens, dont l'industrie spéciale, dans le Nord de la France, montre qu'ils sont bien les descendants directs des Acheuléens II en voie de régression.

Loin de concorder avec une période glaciaire, on voit donc que l'Acheuléen II et le Moustérien correspondent à une époque humide de forêts marécageuses, qui constitue le dernier épisode de la grande crue hesbayenne.

C'est à partir du Moustérien que l'interglaciaire Riss-Würm a amené un climat sec qui, dans l'Est de l'Europe, a provoqué la formation du Löss éolien.

En remontant le cours des temps, nous passons de l'Acheuléen II à l'Acheuléen I, et alors ce ne sont plus les coupes des terrains de la Somme qui entrent seules en jeu, car il vient s'y ajouter les coupes belges, que j'ai personnellement étudiées, et notamment celle de l'Exploitation Hélin, à Spiennes.

En Belgique comme en France, l'Acheuléen inférieur se rencontre à la base même des limons moyens ou du limon hesbayen, celui-ci étant la conséquence directe de l'énorme crue de 130 mètres de hauteur due au recul et à la fusion des glaciers du Rissien.

L'Acheuléen I précède donc immédiatement la grande crue, et, par conséquent, c'est lui qui vient se placer en face du maximum de la glaciation rissienne, dont il est exactement contemporain.

Or, j'ai déjà, dans presque tous mes travaux antérieurs, insisté sur le désarroi que je constate chez les populations de l'Acheuléen I en Belgique.

Alors que les Éolithiques, suivis des Strépyiens et des Chelléens, sont pour ainsi dire rivés aux bords des cours d'eau qui traversent la région du Hainaut riche en silex, nous voyons nettement les Acheuléens I, d'abord fixés aux bords des rivières à cailloutis de silex, se disperser en familles errantes, abandonnant, en des points plus ou moins éloignés des gisements de silex, des instruments épars, des débris de taille, etc.;

et ces gens sont bien des Acheuléens I par leur industrie et par la situation de celle-ci à la base des dépôts de la grande crue hesbayenne.

Or, ce n'est pas la petite glaciation würmienne qui aurait jeté pareille perturbation dans notre pays, et ce n'est certes pas la fonte des glaces du Würmien qui aurait produit la grande crue de 130 mètres de hauteur.

C'est donc bien la glaciation rissienne qui vient se placer en face de l'Acheuléen I.

Et alors, si l'Acheuléen I est rissien, le Chelléen, puis le Strépyien qui le précèdent ne peuvent être que prérissiens, comme je l'ai toujours cru, et c'est ici que la notion si nette du refoulement progressif vers le Sud de la faune de l'*Elephas antiquus* par celle du Mammouth devient particulièrement suggestive, car elle se parallélise de manière remarquable avec la progression vers le Sud de la calotte septentrionale du Rissien.

Mais, dira-t-on, il reste toujours debout le formidable argument de MM. Boule et Obermaier, basé sur la rencontre d'instruments amygdaloïdes à l'intérieur des moraines terminales du Rissien, ce qui fait que ces instruments ne peuvent guère être que postrissiens.

Je me garde bien de mettre en doute les observations de M. Boule, ni même de nier ses conclusions.

Mais alors tout le système que vous venez d'exposer s'écroule?

Nullement, ainsi qu'on va le voir très aisément.

M. Boule a fourni une très bonne figure du coup-de-poing rencontré par M. Lebrun près de Conliège, à 5 kilomètres S.-E. de Lons-le-Saulnier.

D'autre part, dans son dernier travail analysé ici, M. le Dr Obermaier donne un bon dessin de la « hache acheuléenne » trouvée en 1887 par M. Ch. Tardy, à Hautecour.

Or, il suffit de considérer les deux figures pour se convaincre que ce sont non seulement des haches du type acheuléen, mais des instruments caractéristiques de l'Acheuléen II.

Pour trouver l'analogue du splendide coup-de-poing de Hautecour notamment, admirable pointe élancée de 24 centimètres de longueur, il faut visiter, par exemple, les collections de M. le Prof^r Commont, ou celles de M. Dubus, du Havre [1], de MM. Janet, Stalin et Thiot, à

---

[1] Voir : A. Dubus, *Contribution à l'étude de l'Époque paléolithique des stations de Bléville, la Mare-aux-Clercs et Frileuse, près Le Havre* (Bull. Soc. géol. de Normandie, t. XXII, 1902.) Comparer notamment la figure de l'instrument de Hautecour avec ceux représentés dans la note de M. Dubus, pl. I, fig. 8, et pl. II, fig. 16.

Beauvais, etc., et là, dans les séries de l'Acheuléen II recueillies vers le sommet des « limons moyens », sur lesquels repose directement l'Ergeron, on reconnaîtra la présence de pièces élancées et pointues du type de Hautecour et de mêmes dimensions, ou de pièces plus amygdaloïdes du type de Conliège.

Or, veuillons bien nous rappeler que cette belle industrie Acheuléen II n'apparaît que vers la fin de la grande crue hesbayenne, résultant elle-même de la fusion des glaces de la grande glaciation rissienne en recul, ce qui la classe en plein interglaciaire Riss-Würm et la situe parfaitement à sa place à l'intérieur — mais pas trop loin — des moraines externes du Rissien, tout comme l'admettent MM. Boule et Obermaier.

Si ces savants s'en étaient tenus à cette conclusion inattaquable, tout était donc pour le mieux, mais ils se sont trop pressés d'en dépasser la portée.

En effet, au lieu de conclure simplement à l'âge postrissien de l'industrie Acheuléen II, MM. Boule et Obermaier déclarent que les faits entraînent inévitablement le *Chelléen* dans le postrissien.

Ici l'accord entre nous devient impossible pour diverses raisons.

La première raison réside en ce que mes savants confrères emploient, pour arriver à leurs fins, un simple artifice qui, probablement, n'aura pas l'approbation de tous les préhistoriens.

M. Boule paraît ignorer l'existence non seulement de l'Acheuléen I et de l'Acheuléen II, mais il confond aussi tout l'Acheuléen avec le Chelléen.

Pour le savant paléontologiste du Museum, la classification ultra-simpliste de G. de Mortillet — tout le Paléolithique en quatre termes : Chelléen, Moustérien, Solutréen, Magdalénien — suffit largement à tous les besoins de la Préhistoire.

L'énorme succession des industries à coup-de-poing, que ceux-ci soient rudimentaires ou admirablement taillés, ne forme, à ses yeux, qu'une seule période, et même, comme les quatre termes simplistes lui paraissent encore trop compliqués, il préconise la réunion des deux premiers sous le vocable si commode et surtout si précis de « Chelléo-Moustérien ».

Étant admis que le Chelléen renferme toutes les industries à coups-de-poing nombreux, il doit alors être entendu que si l'un quelconque des termes est postrissien, tous les autres doivent, en conséquence, l'être également.

Avec un pareil mode de raisonnement on peut, certes, aller très loin.

Quant au Dr Obermaier, plus pénétré des nécessités de la Préhistoire que M. Boule, il se hâte de séparer l'Acheuléen du Chelléen, et nous ne pouvons que l'en féliciter. Malheureusement il semble oublier aussi qu'il existe en réalité un Acheuléen I et un Acheuléen II nettement distincts et superposés, et séparés par la masse des « limons moyens » ou du Limon hesbayen, dépôt de *grande* crue, ce qui n'est pas négligeable et, qui plus est, convaincu de la minime importance que représente pour lui l'Acheuléen complet, il y ajoute encore le « Moustérien ancien ». (Voir tableau de M. Obermaier, p. 60.)

Ici donc, c'est encore l'Acheuléen II réellement postrissien qui entraîne l'Acheuléen I dans la même période, sous prétexte qu'ils ne forment qu'un tout indivisible ; mais il faut aussi y faire entrer le Chelléen.

Pour atteindre ce résultat, interprétant une idée inexacte du Prof Penck, idée qui ne peut plus actuellement se soutenir (1), M. Obermaier divise l'interglaciaire Riss-Würm en deux parties : une première à faune chaude et une deuxième à faune froide.

Alors, plaçant l'Acheuléen-Moustérien supérieur dans la deuxième partie, à faune froide, il suffit de profiter de l'hypothèse de l'existence d'une faune chaude postrissienne pour y caser le Chelléen.

Le malheur est que tous ces artifices ne peuvent résister un instant devant la réalité, et cette réalité nous montre que les divers termes du Paléolithique inférieur, habilement réunis ou disjoints par MM. Boule et Obermaier selon les circonstances, sont nettement distincts comme composition et non moins clairement répartis aux différents étages d'une stratigraphie précise et définitive.

Les trois premiers termes du Paléolithique : Strépyien, Chelléen et Acheuléen I, sont répartis dans les dépôts sableux et glaiseux de la première partie du Quaternaire moyen, correspondant à la progression rissienne ; l'Acheuléen I se trouvant à la limite du groupe des couches alluviales de basses eaux et du groupe limoneux de grande crue concordant avec la régression du Rissien.

Après l'Acheuléen II, les transitions au Moustérien (La Micoque, Chez Pouré, Amiens, etc.) et le Moustérien inférieur sont répartis au sommet du limon de grande crue postrissienne ; enfin le Moustérien

(1) Il s'agit ici de l'hypothèse de la réapparition, après la retraite du Rissien, de la faune de l'*Elephas antiquus* à la suite d'un premier développement de la faune du Mammouth. J'ai montré qu'il y a eu là une erreur et qu'il est simplement question de la persistance de la faune de l'*Elephas antiquus* dans certaines régions du centre et surtout du Midi de l'Europe, alors que la faune du Mammouth avait envahi le Nord et y a perduré jusqu'à la fin du Quaternaire.

supérieur et l'Aurignacien inférieur sont compris dans la partie du limon éolien précédant l'apogée du Würmien, tandis que l'Aurignacien moyen, l'Aurignacien supérieur et les divisions du Solutréen et du Magdalénien s'étagent dans la partie du Löss éolien post-würmienne et, par conséquent, postglaciaire.

Telle est la place exacte qu'occupent les divers niveaux industriels dans la série stratigraphique, d'après les dernières recherches de M. Commont, confirmées par les miennes.

Voilà pour la géologie.

Pour ce qui concerne la paléontologie, il n'est pas moins certain que le Chelléen n'est accompagné de la faune dite « chaude » de l'*Elephas antiquus* que dans la province méridionale, attendu que, en Belgique, ce même terme se trouve en pleine faune du Mammouth et du Renne. C'est là un fait évident et inattaquable.

Dès son apparition en même temps que le Paléolithique le plus inférieur (Strépyien) dans le Nord, la faune du Mammouth refoule progressivement celle de l'*Elephas antiquus* qui a résisté en certains endroits, comme Taubach, Krapina et Menton, jusqu'à la fin du Moustérien. Avec l'Aurignacien, le règne du Mammouth est partout assuré en Europe jusqu'à la fin du Magdalénien inférieur, époque à laquelle les grands animaux accompagnant le Mammouth disparaissent pour laisser la place libre au Renne, dernier survivant, dans nos régions, de la grande faune quaternaire.

En somme, les modifications de la faune quaternaire en Europe ne suivent nullement une marche parallèle aux glaciations.

D'abord, quelles ont été les conséquences fauniques de la plus grande des glaciations : le Mindélien?

Pour autant qu'on le sache, rien ne s'est produit, car aucune conséquence n'est signalée. Le Mindélien a progressé alors que l'Europe se trouvait sans doute sous l'empire de la faune de l'*Elephas antiquus*, et, la glaciation passée, la même faune a persisté, en certaines régions, pendant toute la progression du Rissien.

Peut-être, cependant, peut-on attribuer à l'influence du Mindélien le remplacement de la faune de l'*Elephas meridionalis* par celle de l'*Elephas antiquus*, mais il paraît probable que la simple évolution animale a aussi joué son rôle dans cette transformation.

Le seul parallélisme un peu sérieux est fourni par l'apparition subite du Mammouth, du *Rhinoceros tichorhinus* et du Renne, concordant dans le Nord avec le commencement du Paléolithique et, par conséquent, avec la progression du glaciaire rissien.

Il paraît certain que le refoulement de la faune de l'*Elephas antiquus* par celle du Mammouth est proportionnel à l'avancement de la calotte septentrionale rissienne; mais pendant le recul du Rissien et pendant l'interglaciaire Riss-Würm le refoulement lent d'une faune par l'autre a continué imperturbablement jusqu'à disparition totale de l'*Elephas antiquus*.

Et alors, malgré la glaciation würmienne et son recul, la faune du Mammouth a subsisté, sans modification sensible, pendant la plus grande partie du postglaciaire jusque peu de temps avant l'aurore de l'époque moderne.

Pendant le long règne de la faune du Mammouth, les paléontologues signalent toutefois des modifications, mais elles résultent surtout de conditions locales qui ont influencé l'habitat de certains carnassiers et de certains rongeurs vivant à proximité du front des glaciers, autour des régions montagneuses de l'Europe centrale.

Selon que les glaciers étaient en crue ou en décrue, les forêts s'élevaient plus ou moins sur les pentes, et alors sur les parties avoisinant le pied des montagnes se constituent des régimes de steppes, de toundras, de forêts, avec faunes arctico-alpines, forestières, etc.; mais, malgré ces modifications de détail, le Mammouth, le *Rhinoceros tichorhinus*, le Renne, l'Ours des cavernes, la Hyène, etc., se retrouvent à tous moments là où les conditions vitales le permettent (1).

Malgré les trois glaciations quaternaires, toute l'évolution faunique principale se borne au refoulement d'une ancienne faune par une faune plus récente, à l'épanouissement de la nouvelle faune, puis à son déclin rapide; seules, la glaciation de Würm et la principale oscillation qui la suit causent le développement des Rongeurs de toundra.

La preuve de tout ce que j'avance nous est du reste fournie par les beaux travaux du Dr R. Schmidt, de Tübingen, l'heureux fouilleur des cavernes du Wurtemberg.

Ce jeune et vaillant préhistorien a notamment fouillé trois cavernes

---

(1) Je me trouve dans tout ceci en parfaite concordance d'idées avec le Dr R. Schmidt, de Tübingen, qui, dans son travail sur les cavernes de l'Alpe souabe, conclut en disant que les stations de l'Europe centrale situées dans la bande étroite séparant le Glaciaire du Nord de celui des Alpes, sont en relation plus directe avec les variations d'extension des glaces que celles de la France centrale La faune des grands Mammifères passe imperturbablement au travers des variations, et, seules, les plus grandes y impriment certaines modifications; c'est le cas pour l'adjonction à la faune courante, du groupe des petits Rongeurs arctiques qui, vers la fin du Quaternaire, soulignent deux périodes spécialement froides.

importantes : celles de Wildscheuer, de Sirgenstein et d'Ofnet, toutes trois bien intéressantes.

La plus complète, celle de Sirgenstein, a fourni les données suivantes :

I. Humus superficiel.

II. *Niveau magdalénien* avec faune de steppe (Renne, Cheval, Mammouth, Rhinocéros, etc.).

III. *Niveau magdalénien* avec **faune froide de toundra** (*Myodes torquatus*, etc.).

IV. *Niveau aurignacien supérieur* bien caractérisé [1], avec faune de steppe (Cheval, Mammouth, Rhinocéros, Renne, Ours des cavernes).

V. *Niveau aurignacien moyen* bien caractérisé, avec faune de steppe semblable à celle du niveau IV.

VI. **Niveau froid de toundra** (*Myodes Obensis*, etc.).

VII. Niveau dit « Moustérien récent » avec faune de steppe (Ours des cavernes, Cheval, Mammouth, Rhinocéros, etc.).

VIII. Sable tertiaire.

Nous voyons donc à Sirgenstein une fin de Moustérien d'abord à faune demi-froide passer à une *faune froide de Rongeurs arctiques* au moment où s'intercale l'époque de l'*Aurignacien inférieur ;* puis, pendant l'Aurignacien moyen et l'Aurignacien supérieur règne un régime demi-froid. Ensuite, retour de la *faune froide de Rongeurs arctiques*, au-dessus de laquelle se développe l'industrie magdalénienne avec faune de steppe à Mammouth et Renne.

A Ofnet et à Wildscheuer, la coupe est à peu près la même, sauf que le Moustérien du bas n'est pas représenté ; on trouve à Wildscheuer :

I. Humus.

II. Löss à faune de steppe et Magdalénien ancien.

III. Lit à **faune de toundra** (petits Rongeurs).

IV. Couche à industrie de l'*Aurignacien supérieur*, avec Cheval et Mammouth.

V. Limon à industrie de l'*Aurignacien moyen*, avec Mammouth, Hyène, Ours, etc.

VI. Couche à **faune de toundra** (petits Rongeurs, Lemmings et Lagopèdes).

VII. Couche stérile de base.

---

[1] M. le Dr Schmidt dénomme cette couche « Solutréen », mais tous les instruments qu'il cite, notamment les pointes à pédoncule et les lames à dos abattu de la Gravette, sont caractéristiques de l'Aurignacien supérieur. Aucun instrument caractéristique du Solutréen n'est signalé.

Donc, **avant** l'Aurignacien moyen (c'est-à-dire pendant l'Aurignacien inférieur), il y a *période froide* et aussi entre l'Aurignacien supérieur et le Magdalénien.

Enfin, Ofnet montre :

I. Niveau à sépultures de crânes (Azylien).
II. Magdalénien final, sans Mammouth.
III. Lit à Lemmings, **faune froide de toundra.**
IV. *Niveau Solutréen* typique avec Cheval et Hyène.
V. Niveau *Aurignacien moyen* typique, avec faune du Mammouth.
VI. Lit à Lemmings, **faune froide de toundra.**
VII. Sable dolomitique avec repaire de Hyène.

Donc, **avant** l'Aurignacien moyen, *niveau froid*, ainsi qu'entre le Solutréen et le Magdalénien.

Que conclure de tout cela ?

C'est, d'abord, que le Moustérien proprement dit n'est pas caractérisé par une faune froide, mais par la simple faune du Mammouth.

Ensuite, qu'une première période froide à petits Rongeurs arctiques apparaît nettement à la fin du Moustérien et se développe à la place de l'Aurignacien inférieur absent.

Puis l'Aurignacien moyen, l'Aurignacien supérieur et tout le Solutréen se passent en régime demi-froid avec faune du Mammouth, et, entre le Solutréen supérieur et le Magdalénien, apparaît une seconde période froide à petits Rongeurs arctiques, après laquelle tout le Magdalénien s'écoule, d'abord avec faune du Mammouth, ensuite avec faune du Renne, exactement comme en Belgique.

Comme on le voit, ce n'est pas seulement la stratigraphie des dépôts des vallées qui indique nettement, par la crue de l'Ergeron, la présence d'une petite période glaciaire à l'époque de l'Aurignacien inférieur, ce sont aussi les cavernes et leur faune.

A mon avis, la première période de froid signalée par la faune des Rongeurs arctiques, pendant l'Aurignacien inférieur, correspond à la glaciation würmienne, alors qu'il faut synchroniser la deuxième période de froid qui précède le Magdalénien avec l'oscillation de Buhl, pendant laquelle le front des glaciers est descendu de 900 mètres en dessous du niveau actuel dans les hauts massifs montagneux.

Les conclusions de MM. Boule et Obermaier ne se réalisent donc pas.

Dans le travail ici analysé, M. le Dr Obermaier parle aussi de la

station du Wildkirchli et de Taubach-Ehringsdorf, non pour élucider l'âge de ces stations, mais plutôt pour obscurcir un peu le débat.

Évidemment, si on fait coïncider le Moustérien avec une période glaciaire, — ce qui n'est pas, — il est difficile de faire concorder avec une glaciation l'occupation dite moustérienne de la grotte du Wildkirchli, à 1 500 mètres d'altitude dans le massif du Santis (Suisse) ; et puisque cette occupation par l'Homme d'un point élevé, au moment où tous les environs de la caverne étaient envahis par les glaciers, est impossible, on juge nécessaire de la placer plutôt au postwürmien, c'est-à-dire au postglaciaire.

Mais les recherches de M. Commont nous montrent que le Moustérien et l'Aurignacien inférieur (1) appartiennent à l'interglaciaire Riss-Würm, et dès lors l'occupation de cette station alpestre pendant une période interglaciaire n'a plus rien de mystérieux et n'entraîne nullement, comme le pense M. le Dr Bächler, l'âge postglaciaire du gisement.

D'ailleurs, comment ne pas être frappé de ce que l'on constate en Suisse ?

Les explorations des préhistoriens de ce pays ont abouti à cette constatation que les stations du Paléolithique supérieur de la Suisse se divisent en deux groupes : le premier comprenant le Wildkirchli tout seul, à industrie ancienne ou de la transition moustério-aurignacienne, le deuxième renfermant toutes les autres cavernes et notamment le Kesslerloch, la plus importante au point de vue des superpositions d'industries.

Or, ce second groupe ne comprend que des industries allant de la fin du Solutréen à la fin du Magdalénien.

Il existe donc, entre les deux groupes, une lacune qui correspond précisément à l'Aurignacien, et, comme on le sait, c'est à mon avis l'Aurignacien qui se place en regard de la glaciation würmienne.

Pendant la progression des glaciers würmiens, une famille à industrie moustério-aurignacienne a parfaitement pu occuper pendant un certain temps — avant que l'évolution industrielle n'ait amené la modification aurignacienne — la caverne du Santis, mais les glaciers avançant, la famille a quitté son dangereux gîte et a pris sa course vers la vallée du haut Danube. Puis le Würmien a atteint son apogée, sup-

(1) On sait que je place le Wildkirchli au moment de la transition du Moustérien à l'Aurignacien, les occupants ayant quitté le Périgord à la fin du Moustérien pour essaimer dans toutes les directions.

primant toute velléité d'occupation des cavernes, tant de celle du Santis que de celles des environs de Schaffhouse; enfin, les oscillations constatées d'Achen, et surtout de Buhl qui a permis aux moraines terminales de s'établir à 900 mètres sous le niveau actuel des neiges, ont sérieusement contrarié toute autre tentative d'habitat, jusqu'à ce que, les conditions s'étant décidément améliorées, — à la fin du Solutréen, — l'occupation du Kesslerloch ait pu se produire.

Il me semble donc que l'histoire du Wildkirchli ne présente pas les difficultés d'interprétation que beaucoup, partant d'un point de vue non justifié, lui attribuent.

Il en est de même de Taubach-Ehringsdorf.

Les environs de Weimar sont — par suite d'une circonstance qui sera probablement élucidée dans la suite — à classer parmi les points où la faune de l'*Elephas antiquus* a persisté le plus longtemps.

Ce fait, ainsi que le jugement du Prof^r Penck déclarant que les couches à industrie de Taubach sont de l'interglaciaire Riss-Würm, paraît avoir l'assentiment de M. le Dr Obermaier. Tous les géologues et préhistoriens allemands qui ont exploré ou étudié le gisement — Dr Wüst, Dr Hahne, Dr Verworn, Dr Pfeiffer et Dr Möller — sont également d'accord à ce sujet.

Malheureusement cet accord n'est qu'illusoire parce que M. Obermaier se croit autorisé à tirer des faits des conclusions contraires à celles de tout le monde.

Pour le préhistorien viennois, Taubach n'est pas de la transition moustério-aurignacienne, ainsi que l'admettent ceux qui ont étudié le gisement, c'est tout simplement du Paléolithique ancien !

Et pourquoi ?

Parce que la faune est celle de l'*Elephas antiquus* à laquelle il n'est permis que d'accompagner le Paléolithique ancien; ensuite parce qu'on y a rencontré récemment quelques petits coups-de-poing.

A mon avis, la présence de l'*Elephas antiquus* et de quelques coups-de-poing dans un gisement est loin d'en assurer l'âge paléolithique ancien, c'est-à-dire Chelléen ou Acheuléen I.

D'abord, M. le Dr Obermaier ne semble pas s'être suffisamment pénétré de la réalité de la persistance de la faune de l'*Elephas antiquus* dans les provinces géographiques quaternaires, et ensuite il perd sans doute de vue que le coup-de-poing a lui-même persisté jusque dans l'Aurignacien moyen.

En Belgique, d'assez nombreux coups-de-poing en silex et surtout en phtanite noir cambrien accompagnent, dans la célèbre caverne de

Spy, les deux niveaux inférieurs, et on les trouve ainsi voisinant intimement avec les grattoirs Tarté et les « pointes d'Aurignac » losangiques à base fendue.

Il en est de même dans le niveau inférieur de la caverne de Montaigle (Aurignacien moyen à grattoirs Tarté et à pointes d'Aurignac).

Mais ce n'est pas tout.

Il ne faut pas perdre de vue qu'à Taubach-Ehringsdorf il existe de véritables foyers avec charbon de bois, des os brûlés, des os brisés en long et même utilisés, tous caractères certains de la non-contemporanéité avec le Paléolithique inférieur (1).

Enfin, j'ai eu l'occasion de voir la majeure partie des silex travaillés rencontrés à Ehringsdorf et, en présence de leurs possesseurs, j'ai placé toute une série d'instruments typiques provenant de la caverne d'Hastière.

L'identité a frappé tous ceux qui avaient été témoins de la comparaison.

Personnellement, je conclus donc, avec tout le monde, que les tufs à industrie des environs de Weimar renferment la faune de l'*Elephas antiquus* et que leur âge est de l'interglaciaire Riss-Würm; mais je me sépare ensuite de M. Obermaier pour déclarer que l'industrie est de la transition du Moustérien à l'Aurignacien, ce qui concorde parfaitement avec tout ce que nous avons dit jusqu'ici dans le cours de ce travail.

Pour accomplir un dernier effort en faveur de ses idées de rajeunissement extraordinaire de l'Homme paléolithique ancien, M. le Dr Obermaier cite les très intéressantes découvertes de M. S.-J. Czarnowski en Pologne russe.

Ce préhistorien, explorant la Grotte des Tziganes près d'Ojcow, après avoir reconnu qu'elle ne renferme qu'un matériel relativement récent, examina les flancs abrupts de la montagne en dessous de l'ouverture de la caverne. Il remarqua que la pente était formée, à la

---

(1) J'ai eu l'occasion, comme M. le Profr Commont, de son côté d'étudier des stations de l'Acheuléen où les débris de la faune étaient parfaitement conservés. Bien que j'aie rencontré quelques rares silex craquelés par le feu, je n'ai jamais constaté de traces de foyers ni d'os brûlés et, de plus, je n'ai jamais rencontré des amas d'os fendus en long comme à l'époque des cavernes. Parfois il y avait des os cassés, mais irrégulièrement ou simplement près des extrémités, de sorte que j'en suis arrivé à conclure que le régime alimentaire des Paléolithiques inférieurs était notablement différent de celui des Paléolithiques habitant les cavernes; aussi les os brisés en long de Taubach et les traces de foyers font-ils rentrer ce gisement dans le groupe des industries du Paléolithique supérieur.

surface, d'un humus moderne, recouvrant du Löss qui repose lui-même sur une couche altérée de détritique ancien, renfermant un riche matériel paléolithique. Plus de quinze cents pièces à facies paléolithique ancien furent trouvées, parmi lesquelles cent coups-de-poing à caractère acheuléen.

Comme le détritique ancien à industrie repose sur des alluvions glaciaires que l'on ne peut rapporter qu'au Rissien, M. Obermaier en conclut encore à l'âge postrissien de l'industrie des environs d'Ojcow.

Le préhistorien viennois dit textuellement : « ... il s'ensuit qu'ici encore se trouvent un Acheuléen et un Moustérien appartenant à la période interglaciaire de Riss-Würm et répondant à la classification de M. Boule et à la mienne ».

Comme je doute que l'industrie d'Ojcow soit un mélange d'Acheuléen *ancien* et de Moustérien, il me semble qu'il s'agit encore ici d'un artifice de langage pour désigner le moyen terme entre les deux industries citées, c'est-à-dire l'Acheuléen II.

C'est bien, en effet, de cette industrie qu'il est question, et il suffit de recourir une fois de plus à mon tableau pour reconnaître que l'Acheuléen II se trouve effectivement dans l'interglaciaire Riss-Würm, sans que pour cela l'Acheuléen I et le Chelléen y soient entraînés.

Nous avons donc près d'Ojcow la répétition exacte des trouvailles signalées par M. Boule à la limite extérieure des Alpes, à Hautecour et à Conliège. Les mêmes faits inspirent les mêmes raisonnements pour l'appréciation de points en réalité fort éloignés.

Plus on étudie l'Acheuléen II, plus on y reconnaît les traces d'une première émigration de populations parties de France à la suite de la grande crue hesbayenne, émigration que l'on reconnaît toujours plus lointaine, à mesure que les explorations s'étendent vers l'Est.

Si, dans son travail, M. le Dr Obermaier ne s'était borné principalement à l'Europe centrale, il aurait, sans aucun doute, cité aussi quelques exemples de Paléolithique ancien postrissien à l'appui de sa manière de voir.

Il lui aurait suffi de parler des stations anglaises bien connues, telles que Hoxne, Hitchin, Ipswich, Farnham, etc.

Ces gisements sont, en général, situés sur des plateaux peu élevés formés par la nappe de Chalky Boulder-Clay, dans laquelle des dépressions ont été ensuite comblées par les dépôts argileux et limoneux avec faune, flore et industrie paléolithiques.

Or, le soubassement de Chalky Boulder-Clay date du glaciaire rissien et, ainsi, les couches supérieures à industrie sont nettement postris-

siennes et, si l'on veut, mais improprement, postglaciaires, puisque des moraines de l'âge du Würm ne se sont jamais avancées jusque-là.

Si l'on examine les gisements cités plus haut au point de vue stratigraphique, on voit que les instruments paléolithiques occupent, en Angleterre, une situation tout à fait semblable à celle de l'Acheuléen II dans le Nord de la France, c'est-à-dire qu'ils sont situés dans un limon utilisé comme terre à briques, séparé du Boulder-Clay par des couches argileuses et ligniteuses correspondant aux premiers dépôts de notre grande crue hesbayenne, résultat de la fonte et du recul des glaces du Rissien.

Aussi, lorsqu'on aborde le côté préhistorique, reconnaît-on que l'on est en présence d'une belle industrie acheuléenne supérieure, à coups-de-poing bien soignés, réguliers, accompagnés de grattoirs, de racloirs, de lames, etc., le tout intact, à patine blanche.

Enfin, ces instruments reposent, à Ipswich, par exemple, sur des couches avec Mammouth et *Rhinoceros tichorhinus* et eux-mêmes sont mélangés, à Hoxne, à des ossements de Cheval, de Cerf, de Bœuf, d'Éléphant.

Comme on le voit, tous ces gisements des limons anglais appartiennent à l'Acheuléen II qui est certainement postrissien, ce qui n'entraîne en aucune façon l'âge postrissien des industries antérieures.

D'ailleurs, si l'on veut rencontrer le Strépyien, le Chelléen et l'Acheuléen I en Angleterre, il faut s'adresser aux gisements de l'autre type, c'est-à-dire aux exploitations de gravier et aux ballastières, exactement comme dans le Nord de la France et autour de Paris.

Il faut notamment suivre, sur la moyenne terrasse de la Tamise, le banc de gravier qui passe près de Northfleet par Swanscombe, Milton-Street, Galley-Hill, etc.

C'est dans ces épais cailloutis que l'on rencontre, à l'état de mélange, les instruments amygdaloïdes rudimentaires strépyiens, généralement à arêtes fortement usées, les coups-de-poing chelléens taillés à grands éclats, à bords moins arrondis et les beaux instruments parfois ovales, à arêtes encore vives de l'Acheuléen I.

Or, ces graviers à paléolithique ancien sont nettement situés sous les limons à Acheuléen II, et ils sont synchroniques de la progression des glaces du Rissien qui ont amené, de leur côté, le dépôt du Chalky Boulder-Clay.

De quelque côté que l'on se tourne, les faits donnent donc raison à la manière de voir que je défends, à savoir :

1° Du groupe paléolithique inférieur comprenant les industries : Stré-

pyien, Chelléen et Acheuléen I, les deux premières sont prérissiennes, la troisième est exactement rissienne;

2° Le dernier terme du Paléolithique inférieur ou Acheuléen II, avec le Moustérien, appartiennent à l'interglaciaire Riss-Würm;

3° L'Aurignacien inférieur correspond approximativement à l'apogée de la glaciation de Würm;

4° A partir de l'Aurignacien moyen, toutes les industries paléolithiques restantes sont postglaciaires.

Pour ce qui concerne ce dernier point, je n'aurais certes pas écrit ce que je viens de dire il y a à peine deux mois; mais en présence des résultats des recherches de M. Commont, la conclusion me semble inéluctable et je me trouve ainsi d'accord avec M. Obermaier pour faire reculer le Würmien et, par conséquent, le postglaciaire, sensiblement plus loin que je ne l'aurais cru.

Je marche donc d'accord avec MM. Boule et Obermaier à partir du Magdalénien jusqu'à l'Aurignacien; plus haut en remontant, les faits, que je juge inattaquables, m'obligent à me séparer d'eux.

Tel est l'exposé de ma manière de voir; chacun jugera ensuite comme il voudra.

Addenda. — Le jour même de la présentation à la Société de ce travail (15 février 1910), j'ai reçu de M. le Dr E. Wüst, de Halle, un tiré à part d'une note intitulée : *Die Gliederung und die Altersbestimmung der Lössablagerungen Thüringens und des östlischen Harzvorlandes* (1).

Dans cette note, M. le Dr Wüst nous fournit la réalisation de l'idée théorique que je fais prévoir dans le cours du présent travail, à savoir que le Löss supérieur que j'ai appelé ici *Jüngerer Löss* peut se subdiviser en deux assises superposées, dont l'une, le *Jüngerer Löss* proprement dit, correspondrait à l'interglaciaire Riss-Würm et dont l'autre, le *Jüngster Löss*, serait postwürmien et, par conséquent, postglaciaire.

Quant à l'*Alterer Löss* de la région considérée, M. Wüst le classe dans l'interglaciaire Mindel-Riss; ce serait un équivalent de notre glaise moséenne.

Comme on peut s'en convaincre, la notion de l'existence d'un *Löss* postglaciaire suivant un *Löss* interglaciaire était mûre et elle se fait jour de plusieurs côtés à la fois.

---

(1) *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie,* n° 13, 1909.

D'après la nouvelle classification du Löss proposée par M. E. Wüst, son *Jüngerer Löss* représenterait exactement notre limon brabantien, tandis que son *Jüngster Löss* correspondrait à notre ergeron, à sa terre à briques et à un prolongement qui ne serait représenté, dans nos régions, que par une lacune sédimentaire.

Toutes les industries humaines depuis l'Aurignacien moyen seraient donc comprises dans le *Jüngster Löss* postglaciaire de M. Wüst.

La séance est levée à 10 h. 20.

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 15 FÉVRIER 1910

Pages.

Décès de M. Ch. Lahaye 35

Distinctions honorifiques 35

Approbation du procès-verbal de la séance de janvier 35

Section d'Hydrologie scientifique à l'Exposition de Bruxelles 1910. 36

Section de Géologie à l'Exposition de Bruxelles 1910. 38

Correspondance. 38

Dons et envois reçus 38

C. Van de Wiele. Les recherches houillères dans les Pays-Bas (d'après l'ouvrage de M. van Waterschoot van den Gracht) 42

C. Malaise. Les contacts du Silurien et de la porphyrite à Quenast 49

A. Rutot. Glaciations et Humanité 59

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 15 MARS 1910

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

SÉANCE MENSUELLE DU 15 MARS 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 35 (18 membres sont présents).

Décès.

M. le Président a le regret d'annoncer à la Société la perte de deux de ses membres effectifs, l'un fondateur, l'autre membre dès le premier exercice de la Société.

Le Dr H. Kuborn, membre de l'Académie royale de Médecine et Président de la Société de Médecine publique et de Topographie médicale, avait fréquemment recours aux géologues et hydrologues à propos de questions d'hygiène; sa disparition brusque est un chagrin personnel pour le Président, qui, depuis de nombreuses années, entretenait avec notre vénéré confrère les meilleures relations.

M. le sénateur E. Henricot, industriel à Court-Saint-Etienne, amené parmi nous par son beau-frère, M. A. Rucquoy, qui, le premier, explora les environs de Court-Saint-Etienne, tint à honneur de nous continuer son appui, bien qu'il ne fréquentât point nos séances.

Haut protectorat de S. M. le Roi.

S. M. le Roi, en acceptant, avant Son accession au Trône, la Présidence d'Honneur de notre Société, avait tenu à lui donner un gage de l'intérêt qu'Elle porte à nos recherches scientifiques.

Elle est charmée aujourd'hui de lui accorder un nouveau témoignage de son estime, mais au titre de Président d'Honneur, qui est réservé pour des circonstances spéciales, Elle préfère substituer celui de Haut Protecteur, qui indique aussi bien la sympathie que Lui inspirent nos travaux.

La Société sera unanime à apprécier l'honneur que nous fait le Souverain; le Bureau a, de sa part, adressé ses remerciements respectueux au Roi.

Approbation du procès-verbal de la séance de février.

Adopté sans observations.

Correspondance.

Le Bureau croit utile de transcrire ci-dessous le programme de la Section de Géologie pratique du Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée, qui se tiendra à Dusseldorf du 15 au 23 juin 1910.

La fourniture des publications ne peut plus être garantie aux personnes qui s'inscriraient encore au Congrès. (Voir les conditions au procès-verbal de la séance du 20 octobre 1909.)

Section IV. — Géologie pratique.

Prof^r D^r Ch. Barrois (Lille) : L'origine des sédiments houillers clastiques et les galets erratiques trouvés dans le Nord de la France.

Geheimer Bergrat Prof^r Dr Beyschlag (Berlin) : Communication sur les richesses en minerais de fer du monde.

Dr Fliegel (Berlin) : La tectonique du bassin rhénan inférieur et son importance pour le développement des lignites.

Ingénieur des Mines Krahmann (Berlin) : La nouvelle théorie des gîtes et ses problèmes.

Prof^r Dr Krusch (Berlin) : *a*) Les gîtes de cuivre de la mine d'Otavi, son origine et son importance économique; *b*) Les gîtes de radium et le développement probable du marché de ce métal.

Ingénieur des Mines Kukuk (Bochum) : Les conditions tectoniques des dépôts de houille du bassin rhénan-westphalien d'après les observations récentes. (En commun avec la Section I.)

Regierungsbaumeister a. D. Link (Essen) : Les barrages dans la région de la Ruhr, en particulier le barrage de la Möhne.

Ingénieur des Mines Macco (Cologne) : Économie des mines, ses éléments et ses limites. (En commun avec la Section I.)

Markscheider Mintrop (Bochum) : Sur les tremblements de terre artificiels.

H. Mortimer-Lamb (Montréal) : Les uniques ressources minérales du Canada.

Prof^r Dr Potonié (Berlin) : Formation de la houille.

Ingénieur géologue Renier (Liége) : L'état de nos connaissances sur la stratigraphie générale du terrain houiller belge.

Directeur général Schulz-Briesen (Düsseldorf) : Importance de la géologie pratique pour la science et l'économie politique.

Geheimer Bergrat Profr Dr STEINMANN (Bonn) : Sur les filons liés des Cordillères de l'Amérique du Sud.

Privat-dozent Dr WEGENER (Münster) : Les eaux souterraines dans le bassin de Münster.

Les conférenciers suivants ont encore annoncé des communications dont les sujets ne sont pas fixés définitivement : Dr BAERTLING (Berlin), Profr HOLZ (Aix-la-Chapelle), Profr Dr MICHAEL (Berlin), Profr Dr SCHEIBE (Berlin), Profr Dr STILLE (Hannover), Markscheider WACHHOLDER (Düsseldorf), Dr WUNSTORF (Berlin).

Excursions et visites prévues pour la Section IV.

a) Excursion géologique (1 1/2-2 jours) : Horizon méridional du bassin crétacé de Münster, sous la direction de M. le Profr Dr KRUSCH, M. le géologue Dr BAERTLING et M. le Bergassessor KUKUK. Premier jour, sous la direction du Profr Dr KRUSCH : Profil au travers du Dévonien supérieur, du Kulm, du Carbonifère et du terrain houiller avec les terrasses de la Ruhr. Deuxième jour, sous la direction du Dr BAERTLING : Cénomanien, zone à Labiatus et Diluvium.

b) Excursion géologique d'une demi-journée dans le district des lignites de Brühl-Cologne, sous la direction de M. le géologue Dr FLIEGEL.

c) Excursion d'un jour au chantier des travaux du barrage de la Möhne près Arnsberg, sous la direction du Kgl. Regierungsbaumeister a. D. LINK.

d) Excursion d'une demi-journée : Visite, à Bochum, du Musée géologique, de la Station séismographique et magnétique de l'école de Bochum, sous la direction de M. le Bergassessor KUKUK et du Markscheider MINTROP.

Dons et envois reçus.

6048. **Ramond, G., Combes, P. fils, et Morin, M.** Etudes géologiques dans Paris et sa banlieue : V. Note sur le gîte fossilifère du Guespel. Paris, 1908. Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Clermont-Ferrand*, pp. 476-493 et 5 fig.

6049. **Ramond, G., Dollot, A., et Combes, P. fils.** Notes de géologie parisienne : V. La tranchée des Batignolles (chemins de fer de l'Ouest, rive droite). Paris, 1909. Extr. des *Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes en 1908. Sciences*, t. XXI, pp. 300-310 et 1 pl.

6050. **Stevenson, J. J.** The coal Basin of Commentry in Central France. New-York, 1910. Extr. des *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. XXIX, n° 8, part II, pp. 161-204, pl. XV-XX et 3 fig.

Présentation d'un nouveau membre.

Est élu membre effectif :

M. NEEFS, FÉLIX, capitaine commandant d'état-major, attaché au Cabinet du Ministre de la Guerre, 168, rue Belliard, à Bruxelles, présenté par MM. Greindl et Rutot.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

C. Malaise. — Les contacts du Silurien et de la porphyrite de Quenast.

M. A. Hankar-Urban a lu avec un vif intérêt la communication faite par M. Malaise à la séance de février. Il est d'accord avec le savant académicien pour rapporter à des résidus d'altération les blocs de quartz dont il lui a signalé la présence à la partie supérieure du gisement vers le contact.

Mais M. Hankar-Urban croit que M. Malaise se trompe en les faisant dériver, « pour une bonne partie », des filons quartzeux de la porphyrite altérée et désagrégée. En effet, les quartz, assez rares du reste, de la porphyrite sont clairs et de petites dimensions; ils dépassent rarement 10 centimètres.

Au contraire, les quartz du contact sont blancs, opaques et ont seuls, parfois, les fortes épaisseurs (40 centimètres et plus) que montrent les blocs isolés dont il est question. M. Hankar-Urban pense donc que c'est de ce banc de quartz du contact, discontinu et fort irrégulier du reste, que proviennent, pour la majeure partie, les blocs dont il s'agit.

Quelques-uns peuvent aussi provenir de l'altération des schistes siluriens, dans lesquels M. Gosselet a signalé au voisinage du contact de « nombreux filons de quartz », ainsi que l'a rappelé M. Malaise. Dans ce voisinage, ce dernier et M. Mathieu ont signalé à la carrière du Brabant des quartz isolés au milieu des schistes.

Enfin, de petits bancs de quartz blanc se rencontrent un peu partout dans les schistes siluriens et notamment au point *e*.

Communications des membres.

G. Hasse. — Les cours primitifs du Schyn à Anvers.

L'auteur, s'aidant de nombreux plans, coupes et photographies, montre les variations rapides de l'établissement des rivières à Anvers dans la période moderne. Son travail, accompagné de quelques-unes des coupes les plus typiques, sera inséré aux *Mémoires*.

C. Malaise. — **Sur l'âge de la porphyrite de Quenast.**

Les roches porphyriques de Quenast furent considérées comme éruptives par d'Omalius d'Halloy, A. Dumont, de la Vallée Poussin et Renard.

C'est ce que tous les géologues admettent actuellement.

Mon attention a été portée sur l'âge de la porphyrite de Quenast par le fait de la découverte d'un contact complet, une vraie soudure, entre la porphyrite et les roches siluriennes voisines.

A la suite de la constatation de ce fait intéressant, j'ai revu ce qui a été dit au sujet de la roche de Quenast et notamment le travail de M. G. Simoens qui paraissait trancher la question plus affirmativement que ne l'avaient fait les autres géologues.

Dans ce travail [1], notre zélé confrère entre dans des considérations sur les relations que présentent entre eux les phénomènes tectoniques, volcaniques et sismiques. Il cite à ce sujet de nombreux extraits, tirés surtout des ouvrages de Suess.

Il recherche pour la Belgique des phénomènes identiques et susceptibles d'une explication semblable.

« Le massif plissé, siluro-cambrien, d'âge calédonien du Brabant, dit M. Simoens, est parsemé de pointements éruptifs, et parmi ces derniers il en est qui ont été plus spécialement étudiés par A. Renard. Notre savant confrère est arrivé à cette conclusion que nous nous trouvons à Quenast en présence de la cheminée d'un volcan, et nous pensons qu'il doit en être de même des principaux massifs éruptifs échelonnés dans les vallées de la Senne et de la Dendre. Tout ce que nous savons de la vallée de la Senne nous porte à croire que cette région constitue une ancienne ligne d'activité volcanique.

» On remarque, en effet, tout le long de cette ligne de fracture comme un relèvement des roches primaires présentant sur sa longueur des déchirures avec intrusion de roches éruptives, et Quenast nous paraît comme une des principales cicatrices de cette ligne de dislocation.

---

[1] *L'âge du volcan de Quenast et l'influence des lignes tectoniques du Brabant sur l'allure des sédiments houillers du Nord de la Belgique.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., t. XVII, Bruxelles, 1903, *Mém.*, pp. 45-56.)

» Il y a surtout à retenir que le horst calédonien du Brabant est traversé, suivant la direction de la vallée de la Senne, par une ligne de fracture jalonnée de pointements éruptifs et de filons métallifères qui paraissent surtout être constitués par des sels de plomb et de cuivre.

» On peut croire que les phénomènes rocheux que l'on observe dans le horst du Brabant sont en relation avec la chaîne qui s'est écrasée sur son pourtour. Il en résulte que les volcans qui sont greffés sur ces accidents transversaux sont contemporains de la formation de la chaîne plissée ou lui sont postérieurs.

» La chaîne hercynienne s'est formée dans nos régions après le dépôt du Houiller, et l'on peut croire que l'effort maximum s'est réalisé au début de l'époque permienne. Le volcan de Quenast ne peut donc être plus ancien que le Permien ou le Houiller supérieur.

» Je suis porté à croire, termine M. Simoens, que *le volcan de Quenast est d'âge permo-carboniférien.*

» Mais il existe le long des fentes radiales du Brabant d'autres pointements éruptifs; quel serait leur âge? En examinant ce qui se passe ailleurs, il y a quelques raisons de croire que ces roches éruptives, tout en appartenant à un même système, sont d'autant plus récentes qu'elles sont situées plus au Nord. »

M. Simoens tire des faits, qu'il expose et interprète à sa manière, des déductions qui doivent paraître très intéressantes, mais tout cela est loin d'être démontré ou justifié. Où sont les lignes de fracture très hypothétiques, et où rencontre-t-on, « outre les pointements éruptifs », des filons métallifères, qui paraissent surtout être constitués par des sels de plomb et de cuivre?

M. Simoens nous fournit, dans sa note *Sur l'âge du volcan de Quenast* un argument important en faveur de l'apparition ancienne de la porphyrite; il dit que les roches situées au Nord de la porphyrite sont plus jeunes; et sous ce rapport nous sommes d'accord.

Or, celles-ci se trouvant dans l'Ordovicien et le Gothlandien, la porphyrite doit être arrivée pendant l'Ordovicien inférieur ou peut-être même pendant le Cambrien; c'est un fait qui vient à l'appui de l'âge plus ancien de la porphyrite, puisque beaucoup de roches plutoniennes du Brabant se trouvent interstratifiées dans diverses roches siluriennes supérieures à celles de Quenast. Voilà donc une nouvelle preuve de l'âge antédévonien de la roche de Quenast.

M. Simoens nous dit avoir envisagé le problème au point de vue tectonique. Il nous a donné une argumentation intéressante et curieuse, mais purement théorique.

La note de M. Simoens *Sur l'âge du volcan de Quenast* a donné lieu à différentes controverses et observations, ainsi qu'à des ripostes de M. Simoens.

M. Hankar-Urban (1) signale que « Dumont a mentionné dans le poudingue de Burnot un fragment de la roche éruptive de Quenast, et il fait observer que l'opinion de Dumont, qui n'est pas sans valeur, infirme un peu les idées présentées par M. Simoens, qui veut rajeunir de beaucoup les roches de Quenast ».

M. Simoens (1) objecte à M. Hankar-Urban « que les roches tourmalinifères trouvées dans le poudingue de Burnot, dont parle Dumont, ont été reconnues identiques aux cailloux trouvés par de la Vallée Poussin et Renard dans le poudingue de Boussale, et, à différentes reprises, ces auteurs ont déclaré ne pouvoir rapporter ces roches à aucun affleurement de roches plutoniennes connu en Belgique ».

MM. Lohest, A. Habets, H. Forir ont relevé, à la Société géologique de Belgique, les assertions de M. Simoens. « Nous ne pouvons, disent-ils (2), laisser passer cette allégation sans faire remarquer que Dumont n'a pas pu confondre ce qu'il appelait le chlorophyre de Quenast et de Lessines, avec les cailloux tourmalinifères du Gedinnien et du Burnotien.

» Nous avons recherché dans les collections d'A. Dumont les échantillons pouvant se rapporter aux fragments d'eurite et de chlorophyre trouvés par le grand géologue dans le poudingue de Burnot; nous n'en avons trouvé qu'un étiqueté « chlorophyre »; il porte le n° 2054 et provient du poudingue burnotien du Grand-Poirier (Marchin).

» Nous ferons remarquer que le caillou en question n'est pas sans présenter certaines analogies avec la roche de Quenast et de Lessines; si l'on tient compte, d'une part, des importantes modifications que de la Vallée Poussin et Renard ont apportées, dans leurs publications ultérieures, à toutes leurs descriptions et déterminations primitives, d'autre part, des difficultés presque insurmontables que présente l'étude microscopique des roches éruptives fortement altérées, l'on devra admettre que la dénomination de chlorophyre, donnée primitivement au caillou de Marchin, ne doit pas être définitivement écartée, étant donné le coup d'œil si sûr de l'illustre géologue.

---

(1) *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XVII, *Proc.-verb.*, 20 janvier 1903, p. 51.

(2) *Étude géologique des sondages exécutés en Campine et dans les régions avoisinantes.* (Ann. de la Soc. géol. de Belgique, t. XXX, *Mém.*, p. 101. Liége, 1902-1903.)

» Nous estimons donc que, si la présence de ce caillou dans le poudingue burnotien ne peut être considérée comme une preuve irréfutable de l'âge antéburnotien du « volcan de Quenast », elle ne doit pas moins rendre très circonspect quant à l'attribution d'une origine plus récente à la fissure dans laquelle les roches éruptives ont été injectées en cet endroit (1). »

Voici maintenant ce que dit Dumont de l'âge des roches plutoniennes du terrain rhénan du Brabant (2) : « Je ne puis rien dire de positif sur l'âge relatif de ces roches. On sait seulement qu'elles sont postérieures au terrain rhénan (lisez : terrain silurien) dont elles traversent divers systèmes. Si d'un autre côté le redressement des couches rhénanes (siluriennes) dans le Brabant coïncide avec celui des masses plutoniennes, comme tout porte à le croire, ces masses ont été formées avant les terrains anthraxifères (terrain dévonien et terrain carbonifère), puisque celui-ci repose, en discordance très prononcée, sur le premier.

» Cependant cette question d'antériorité ne pouvait être résolue affirmativement que pour autant que l'on eût rencontré dans les poudingues de la partie inférieure du terrain anthraxifère des fragments de ces roches plutoniennes. Or, en dirigeant mes recherches vers ce but, j'ai trouvé dans les poudingues quelques fragments d'eurite et de chlorophyre (porphyrite), dont l'identité avec les roches en place me paraît assez bien établie pour en conclure que ces dernières sont de formation antérieure à celle du terrain anthraxifère (terrain dévonien, terrain carbonifère). »

On avait trop oublié ces précieuses indications de Dumont, qui démontraient que certaines masses plutoniennes étaient antérieures au terrain anthraxifère.

Une autre preuve également qui existait dans l'esprit de Dumont, c'est ce qu'il dit (3) « des masses plutoniennes sous-jacentes dont les nombreux typhons qui traversent ce terrain (le Silurien) nous révèlent l'existence. » Donc des roches plutoniennes ont été rejetées dans le Silurien.

D'autre part, j'ai également trouvé un fragment de porphyrite dans le poudingue *Gvap*, base du Dévonien moyen du bassin de Namur, à

---

(1) *Loc. cit.*, pp. 201-202.

(2) *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan.* Seconde partie : *Terrain rhénan.* (Mém. de l'Acad., etc., t. XXII, pp. 316-317.) Bruxelles, 1848.

(3) *Mém. cité.*, p. 317.

l'Ouest de Bornival, à proximité du canal de Bruxelles à Charleroi, entre la 35e et la 36e écluse.

A la séance du 15 mars 1904, M. Simoens donne une notice (1) qui paraît une réponse à un fait sur lequel on a appelé son attention, que A. Dumont avait trouvé dans le poudingue de Burnot, au Grand-Poirier (Marchin), deux fragments de roches qu'il a rapportés, l'un à une eurite, l'autre au chlorophyre. Notre confrère se base, pour réfuter l'opinion de Dumont, sur ce que de la Vallée Poussin, d'abord, et Renard seul, ensuite, ont dit des échantillons de Dumont. M. Simoens rapporte, sans la discuter, une phrase erronée de Renard, qui contient des inexactitudes d'appréciation.

Je me rallie entièrement aux réserves qu'a faites M. Lohest. J'ai, comme lui, la plus grande confiance dans le coup d'œil géo-minéralogique de Dumont. Il faudrait étudier de nouveau l'échantillon qui fait le sujet de la controverse.

Les échantillons recueillis par Dumont dans le poudingue burnotien du Grand-Poirier (Marchin) furent soumis par G. Dewalque à l'examen de de la Vallée Poussin et A. Renard.

L'échantillon 2054 (coll. Univ. de Liége), chlorophyre, fut considéré par eux comme se rapprochant d'une porphyroïde « ayant beaucoup de ressemblance de structure et de composition avec celle à gros grains de Pitet (2) »; et le fragment 2055 (coll. Univ. de Liége), comme une roche amphibolique n'ayant pas ses analogues en Belgique (3). Ces échantillons ont donc été étudiés par un géologue, de la Vallée Poussin, et par un pétrographe, A. Renard.

A. Renard (seul) publie, en 1884, une *Notice sur la composition minéralogique de l'arkose de Haybes* (4), dans laquelle il revient sur les échantillons précités. Il rappelle que M. Gosselet a fait rentrer le poudingue de Boussale et d'Hermalle-sous-Huy dans l'horizon du poudingue de Fepin, base du terrain dévonien du bassin méridional, base du terrain rhénan de Dumont, ce qui est parfaitement exact.

Mais A. Renard commet, dans la même notice, une double erreur : Après avoir rappelé le fragment tourmalinifère trouvé dans le poudingue

---

(1) *Quelques réflexions à propos du volcan de Quenast.* (Bull. de la Soc. de Géol., t. XVIII, *Proc.-verb.*, p. 46. Bruxelles, 1904.)

(2) de la Vallée Poussin et Renard. *Mém. cité,* p. 148.

(3) *Ibid.*, p. 149.

(4) *Bull. du Mus. roy. d'Hist. nat. de Belgique,* t. III, p. 117.

de Boussale, « on sait, dit-il [1], que Dumont avait trouvé dans le poudingue, d'où nous avons extrait l'échantillon de roche tourmalinifère, des fragments qui doivent avoir la même origine que ceux décrits par nous ».

« Dans notre mémoire sur les roches plutoniennes, nous avons décrit les roches que ce savant avait recueillies dans les couches en question ; nous les avons considérées comme formées de hornblende et de quartz laiteux, et très différentes des autres roches amphiboliques du pays [2]. »

Dans cette notice, Renard se trompe deux fois.

Les fragments trouvés par Dumont proviennent du poudingue de Burnot, base du terrain anthraxifère de Dumont, qui appartient au Dévonien inférieur, comme le poudingue de Fepin, base du terrain rhénan de Dumont; mais ces deux poudingues sont d'un niveau géologique tout différent, le premier beaucoup plus élevé.

Quant aux échantillons de Dumont, examinés en 1876, ils sont considérés alors : l'un, n° 2054, « est composé de grains de quartz et de feldspath mal individualisés, répandus dans une matière chloriteuse verdâtre ». Cette roche contient par place les feuillets sériciteux vert bleuâtre signalés dans les porphyroïdes, c'est une porphyroïde; l'autre échantillon est formé de quartz et d'amphibole (n° 2055), il rappelle celui de Boussale, c'est une roche amphibolique.

En 1884, dans sa *Notice sur la composition de l'arkose de Haybes,* ces deux fragments, si différents en 1876, deviennent tous deux une agrégation de hornblende et de quartz, comme celui du poudingue de Boussale.

C'est à se demander si, en écrivant sa notice en 1884, il n'avait pas perdu de vue ce qu'il avait dit de la composition et de la position des fragments recueillis par Dumont.

Ch. de la Vallée Poussin et Renard avaient d'abord assimilé un des échantillons à la porphyroïde à gros grains de Pitet. Dumont aurait, si cela était, tiré les mêmes conclusions pour la roche de Pitet que celles qu'il a déduites d'un échantillon rapporté à la roche porphyrique de Quenast.

Il est regrettable que M. Simoens, dans son travail sur le volcan de Quenast, n'ait pas mentionné et discuté les opinions de d'Omalius et de Dumont sur l'âge probable de la roche de Quenast.

---

(1) *Notice citée,* p. 117.
(2) *Ibid.*, p. 118.

Nous avons dit précédemment : « il faudrait étudier de nouveau l'échantillon qui a fait le sujet de la controverse ». Ces lignes étaient écrites lorsque, grâce à M. Lohest, nous avons réalisé ce vœu.

M. le Prof^r Lohest a eu l'obligeance d'apporter, le 4 mars 1910, à Bruxelles, les échantillons 2054-2055 du poudingue burnotien du Grand-Poirier (Marchin).

Ce sont des morceaux de poudingue dans lesquels sont enchâssés des fragments de roches plutoniennes. Éliminons le n° 2055, dont le fragment anguleux a été considéré par de la Vallée Poussin et Renard comme analogue au fragment de la roche tourmalinifère de Boussale.

Le fragment contenu dans le morceau de poudingue 2054 est un caillou qui a été cassé ensuite et divisé pour établir sa nature. A première vue, M. Lohest et moi lui avons trouvé une certaine ressemblance avec la porphyrite (chlorophyre massif) de Quenast.

Nous avons montré l'échantillon à M. le commandant Mathieu, lequel, après un certain examen, nous a dit que c'était une porphyroïde rappelant celle qui à Rebecq se trouve au Nord de la masse porphyrique. C'est une roche nommée par de la Vallée Poussin et Renard porphyroïde et par Dumont chlorophyre schistoïde; c'est également à cette opinion que M. Lohest et moi nous sommes ralliés.

Nous nous sommes rendus, M. Mathieu et moi, dans les bureaux de M. Hankar-Urban, auquel nous avons montré l'échantillon de Dumont, 2054. L'honorable directeur gérant des carrières de Quenast n'y a pas reconnu la porphyrite, même altérée. M. Mathieu nous ayant dit qu'il croyait avoir, à la collection géologique de l'École militaire, un échantillon de porphyroïde de Pitet rappelant l'échantillon de Dumont, je l'ai accompagné à cet établissement et je suis d'accord avec lui sur la parfaite ressemblance de l'exemplaire de Dumont et de celui de Pitet. Il y aurait lieu de s'en assurer par l'examen de plaques minces taillées dans ce caillou.

Nous sommes donc d'accord, M. Mathieu et moi, pour admettre que l'échantillon 2054, trouvé par M. Dumont dans le poudingue burnotien du Grand-Poirier (Marchin), considéré par lui comme chlorophyre et par de la Vallée Poussin comme porphyroïde rappelant la porphyroïde à gros grains de Pitet, paraît bien représenter cette dernière roche.

On arrive à la même conclusion que celle formulée par notre illustre maître : un fragment de la porphyroïde de Pitet (Fallais), massif silurien du Brabant, trouvé par Dumont dans le poudingue burnotien du Grand-Poirier (Marchin) démontre que cette roche cristalline est antéburnotienne.

Voyons maintenant une autre question qui peut fournir des renseignements relativement à l'âge de la porphyrite. La porphyrite a-t-elle pu produire du métamorphisme? Y a-t-il ou n'y a-t-il pas eu métamorphisme?

Ch. de la Vallée Poussin et Renard disent [1] : « Nous avons recueilli des fragments de phyllade immédiatement appliqués contre les veines quartzeuses de notre coupe du tunnel, que nous ne sommes pas capables de distinguer de ceux qui affleurent dans les vallées de la Senne, à 120 mètres au Nord. Cette intégrité des phyllades à la limite nous empêche également d'admettre que le porphyre se soit étendu comme une nappe sur ces mêmes phyllades à l'époque où ils constituaient le fond de la mer silurienne, bien que l'idée en puisse venir quand on remarque le parallélisme qui subsiste entre la limite du porphyre et les bancs phylladeux. »

Ils donnent également cet argument pour combattre l'idée de Dumont relativement au joint d'injection; mais cet argument manque de force, puisque la porphyrite et la roche silurienne ne sont pas en contact immédiat.

Ce qui était l'expression de la vérité en 1876 ne l'est plus actuellement.

En effet, le contact immédiat de la porphyrite et des roches siluriennes dans les « Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant », à Quenast, apporte des modifications à la question.

La porphyrite a-t-elle pu produire du métamorphisme de contact? La question est encore douteuse. Attendons le résultat des études du commandant E. Mathieu, qui est occupé à examiner lithologiquement les roches de contact des « Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant ».

En faveur du métamorphisme, on peut faire valoir la plus grande compacité de la roche silurienne, donc changement de texture, au contact observé aux « Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant », à Quenast, et les traces de feldspath trouvées dans les schistes siluriens au voisinage de la jonction de la porphyrite et des roches siluriennes.

Au contact immédiat, une vraie soudure, la roche est devenue plus compacte, sa texture a été modifiée. Cette plus grande compacité et transformation de texture peut provenir soit d'un métamorphisme, soit d'une compression produite par la porphyrite.

---

[1] *Mém. cité*, pp. 3-4.

M. G. Cosyns [1] a observé, dans « de beaux échantillons montrant le contact de la roche avec le schiste, qui lui ont été remis par M. Hankar-Urban, d'une part, des lambeaux de schistes qui ont pénétré dans la roche éruptive en formant des enclaves énallogènes métamorphisées; d'autre part, la porphyrite a injecté le schiste en y produisant des modifications profondes ».

Comme les traces de feldspath dans la roche silurienne ne se trouvent pas ailleurs que dans le voisinage du contact, il faut bien y voir une action due au métamorphisme.

Nous avons observé, M. Mathieu et moi, à la « Nouvelle Carrière de porphyre du Brabant », des traces de feldspath dans la roche silurienne de contact, à une vingtaine de centimètres de la porphyrite.

Dumont, de la Vallée Poussin et Renard ont signalé également des traces de feldspath dans les schistes à une distance plus ou moins grande de la porphyrite.

Si l'altération et la transformation du schiste en une terre argileuse ne sont évidemment pas causées par la masse porphyrique, d'autre part, la présence de feldspath dans les schistes, et ce que nous avons observé au contact parfait, à la Carrière des porphyres du Brabant, semblent montrer que les schistes siluriens ont éprouvé quelques modifications au contact de la porphyrite.

Dumont, dans les *Modifications produites dans le terrain rhénan* (Silurien) *du Brabant par l'action des masses plutoniennes,* dit : « Ces roches offrent les caractères d'un haut degré de métamorphisme, produit par l'action de puissantes masses plutoniennes sous-jacentes dont les nombreux typhons qui traversent ce terrain nous révèlent l'existence [2]. »

« La nature de ces masses fait supposer qu'elles se sont trouvées à l'état d'incandescence, et leur texture, parfaitement cristalline, que leur refroidissement a eu lieu d'une manière assez lente pour permettre aux parties constituantes de s'arranger régulièrement. »

On le voit, Dumont avait prévu l'existence de roches plutoniennes sous-jacentes. Il pense qu'il a pu y avoir une espèce d'échange réciproque entre les roches plutoniennes et les roches sédimentaires, mais, comme d'Omalius, il fait une large part au métamorphisme à distance.

---

[1] *Contributions à l'étude de la roche de Quenast.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXIII, 1909, p. 375, *Proc.-verb.*)

[2] *Mém. cité.*, pp. 317-318.

On sait que d'Omalius, se basant sur ce fait que les roches les plus métamorphosées ne sont pas ordinairement celles qui sont en contact immédiat avec les roches plutoniennes, vient appuyer l'opinion que les éjaculations exerçaient une action métamorphique moins forte lorsqu'elles pouvaient se faire à l'état liquide, que lorsqu'elles agissaient à l'état gazeux.

Voyons quelles sont les différentes opinions qui ont été données sur l'âge de la roche de Quenast.

En 1828, d'Omalius d'Halloy (1) considère « la diorite de Quenast et de Lessines comme subordonnée au terrain ardoisier plutôt que comme appartenant à une formation indépendante ».

En 1842 (2), après avoir dit que le grand plissement des couches ardoisières, anthraxifères et houillères a eu lieu après leur formation, il admet que ce plissement s'est produit à l'époque pénéenne. « Cette grande évolution concorde-t-elle avec la sortie de nos culots porphyriques ? C'est ce que nous ne pourrions assurer, mais qui *nous paraît probable.* » Il constate que nos « porphyres ont quelque ressemblance avec des porphyres quartzifères d'autres contrées, dont l'éjaculation à l'époque pénéenne est démontrée ». Donc d'Omalius avait bien cette idée, l'*âge post-houiller* de la roche de Quenast.

Mais d'Omalius ne maintient pas cette opinion et on le voit, en 1862 (3) et en 1868, dire que « l'époque de la formation des dykes porphyriques du terrain silurien paraît être à peu près contemporaine de ce dernier ».

Pour Galeotti (4) : « D'après l'inclinaison des couches du schiste, la diorite constituerait une véritable dyke ou énorme filon plutonique parallèle au plan des couches ».

On connaît l'opinion de Dumont : la roche est arrivée dans la roche encaissante et elle est antédévonienne.

Ch. de la Vallée Poussin et Renard considèrent également la porphyrite comme ayant été éjaculée pendant la période silurienne. Ces savants auteurs (5) ont conclu que « le joint septentrional du

---

(1) *Mémoire pour servir à la description géologique des Pays-Bas.* Namur, 1828, p. 160.

(2) *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique.* Bruxelles, 1842, pp. 98-99.

(3) *Abrégé de géologie*, pp. 551-552; *Précis élémentaire de géologie*, pp. 558-559.

(4) *Mémoire sur la constitution géognostique du Brabant.* (Mém. couronnés, etc., de l'Acad. roy. de Belgique, t. XII, Bruxelles, 1837, p. 109).

(5) *Mém. cité,* p. 4.

porphyre de Quenast et du terrain quartzo-schisteux est le résultat de mouvements postérieurs aux roches rapprochées, et ne peut par conséquent décider de la question de contemporanéité ou de la postériorité du porphyre relativement aux couches siluriennes du voisinage ».

Voici la manière dont M. Gosselet s'est exprimé au sujet de la roche qui nous occupe :

« Le porphyre de Quenast, dit M. Gosselet en 1860 (1), est évidemment éruptif. Tout le monde est d'accord pour le reconnaître. Il a dû sortir par une fissure au milieu des schistes siluriens passant à l'ardoise. » Quant à l'âge du porphyre (2), « il ne peut être fixé que d'une manière approximative et par cette considération généralement admise par les géologues que les éruptions des roches plutoniques sont en rapport avec les mouvements du sol ».

En 1880, M. Gosselet s'exprime ainsi (3) : « On peut voir dans les masses porphyriques de Quenast et de Lessines, soit la matière éruptive qui a rempli les cratères par où sont sorties les éruptions porphyriques, soit des amas de laves qui ont comblé d'anciennes vallées. » « On ne peut encore se prononcer avec certitude sur l'une ou l'autre de ces deux hypothèses. »

Dans le contact qu'ils ont observé à Quenast, de la Vallée Poussin et Renard, considérant l'intégrité des schistes, admettent qu'il y a eu faille, glissement des schistes sur la roche porphyrique et injection de quartz dans la fente.

« Les porphyrites existaient déjà, car elles sont le résultat d'éruption contemporaine du dépôt des schistes. S'il en était autrement, on verrait des filons ou des apophyses traverser les schistes, ce qui n'a jamais été observé (4). »

M. Gosselet, en 1888, dans son magnifique ouvrage : *L'Ardenne* (5), s'en rapporte, pour la porphyrite de Quenast, à ce qu'en ont dit de la Vallée Poussin et Renard. « Quelle que soit l'hypothèse admise, il est probable que cet énorme amas de matière éruptive s'est formé autour ou au moins dans le voisinage de la bouche par où il est sorti. »

Tous les géologues, à une exception près, admettent que les roches

---

(1) *Mémoire sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais.* Paris, 1860, pp. 35-36.

(2) *Ibid.*, p. 39.

(3) *Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines.* Lille, 1880, p. 39.

(4) *Ibid.*, p. 39.

(5) Voir pp. 142-143.

plutoniennes sont arrivées en Belgique pendant la période silurienne. La porphyrite de Quenast ne fait pas exception, on peut seulement discuter de sa contemporanéité ou de sa postériorité aux roches siluriennes.

Nous admettons relativement à l'âge de la porphyrite de Quenast qu'elle a été éjaculée, pendant la période calédonienne, dans les roches siluriennes, entre le Cambrien et l'Ordovicien, au contact desquelles elle se trouve, et qu'elle est antérieure au système dévonien parce que :

1° Elle se trouve dans le Silurien;

2° On a trouvé un fragment de porphyroïde dans le poudingue burnotien et un fragment de porphyrite dans le poudingue givetien;

3° On n'a pas rencontré en Belgique de porphyrite ni d'autre roche plutonienne dans le Dévonien ni dans le Carboniférien.

C. Van de Wiele. — **Le Calcaire carbonifère et le Culm.**

Nous connaissons deux séries sédimentaires de la mer carbonifère, le Calcaire et le Culm. Le premier est un calcaire zoogène dans lequel on rencontre surtout des Coraux et en outre des Brachiopodes, des Crinoïdes, des Céphalopodes et des Foraminifères. Sa formation suppose une eau pure, par conséquent assez éloignée de la côte. L'accumulation des produits de la vie marine suffisamment prolongée pour former les bancs épais du Calcaire s'explique par un affaissement lent mais continu du bassin marin, de manière à permettre le développement régulier des séries d'organismes dont les restes ont servi à constituer le Calcaire. C'est grâce à ces conditions de sédimentation que le Calcaire carbonifère nous présente des caractères lithologiques et paléontologiques uniformes sur de grandes étendues. Sa stratigraphie est bien connue, et les travaux paléontologiques récents ne font que confirmer les conclusions anciennes, tout en permettant de mieux les préciser et d'établir ainsi une corrélation plus complète entre les différentes formations carbonifères du globe. Le Calcaire carbonifère constitue donc une formation essentiellement marine, toujours égale à elle-même et surtout caractérisée par la présence des Coraux et des Brachiopodes correspondants.

Tout autre est la formation que l'on désigne sous le nom de Culm. On peut dire qu'elle se caractérise par l'absence des Coraux, de Productus et de Spirifères. Elle renferme cependant une faune marine sur laquelle nous reviendrons plus tard. Les sédiments auxquels celle-ci est associée ne sont plus essentiellement formés par les organismes

marins, ce sont des détritus produits d'érosion continentale, des dépôts essentiellement côtiers, mêlés parfois à des bancs calcaires, résidus de coquilles marines. Le terme Culm provient du Sud-Ouest de l'Angleterre; dans le Devonshire et les Cornouailles, il servait à désigner des couches charbonneuses stériles. On a ensuite appliqué ce nom à des formations de l'Est de la Westphalie et de la Silésie, que l'on considérait comme analogues. En outre on rencontre au Sud de l'Irlande, contre les massifs anciens du Pays de Galles, dans l'Ouest de l'Angleterre et aussi sur le versant méridional des anciennes terres calédoniennes de l'Écosse et du Nord de l'Irlande, toute une catégorie de formations sédimentaires analogues au Culm, et qu'il conviendrait de réunir sous le même nom.

Elles se caractérisent par la même faune et présentent une succession stratigraphique analogue. A la base se trouvent des goniatites et des trilobites du genre *Philippsia*. Puis vient au-dessus une zone de calcaires noirâtres, souvent charbonneux, associés à des pyrites ou à de l'alun, l'*Alaunschiefer* des Allemands. Cette zone renferme également des goniatites. Enfin, vers le sommet on rencontre des schistes tendres, avec bandes de grès et grauwackes. C'est dans cet étage que les Posidonomyes sont surtout fréquentes. Du reste les Lamellibranches mytiloïdes et aviculoïdes sont beaucoup plus nombreux dans le Culm que dans le Calcaire carbonifère.

La faune du Culm d'Allemagne se rencontre également dans un groupe sédimentaire de l'Angleterre, qui a été soigneusement étudié par MM. Wheelton Hind et Howe [1]. C'est la *Pendleside series* de la chaîne Pennine qui surmonte le Calcaire carbonifère ou *Mountain Limestone* du centre de l'Angleterre. On se rappelle que dans notre pays les Posidonomyes caractérisent la zone des ampélites de Chokier, qui surmonte le calcaire de Visé. La présence de la faune à Lamellibranches côtiers au-dessus des accumulations coralliaires du Calcaire carbonifère ne peut s'expliquer que par un changement dans les conditions du bassin marin où cette succession s'est effectuée. Il est probable que l'affaissement lent et graduel, qui caractérise en beaucoup de régions le début de l'évolution du bassin carbonifère européen, a pris fin, et à celui-ci a succédé l'émersion graduelle, qui d'une façon générale accompagne le dépôt des couches de houille, de sorte que les bancs coralliaires passant à l'état de bande côtière, se sont couverts d'orga-

---

[1] Dr Wheelton Hind et M. J. A. Howe, *On the Pendleside group at Pendleside hill, etc.* (The Quart. Journ Geol. Soc., vol. LVII, p. 3, 1901.)

nismes littoraux qui ailleurs caractérisaient déjà les dépôts du Culm côtier. Mais plus tard l'émersion devint plus considérable encore, et ce fut alors qu'eut lieu le dépôt du *Millstone grit*, arkose conglomératique qui recouvre le Mountain Limestone et les Pendlesides series du centre de l'Angleterre. C'est au-dessus de ce gravier d'émersion qu'apparaissent les *Coal Measures* du centre de l'Angleterre et notre houiller productif. Mais cette superposition généralement considérée comme la règle normale présente des exceptions en Écosse et aussi dans le bassin du Donetz; nous aurons à y revenir plus tard, lorsque nous discuterons les rapports de la sédimentation houillère avec la sédimentation marine du Calcaire et du Culm carbonifères.

Les travaux paléontologiques récents, et surtout ceux des géologues anglais, précisent de plus en plus nettement l'évolution de la faune du Calcaire carbonifère. On est parvenu à déterminer la série de niveaux successifs des Coraux et leur association aux Brachiopodes déjà connus par les travaux de De Koninck. D'un autre côté, les géologues allemands ont depuis longtemps reconnu que la faune du Culm d'Erdbach et Breitscheid est plus ancienne que celle du Culm d'Herborn et Apenrath. M. Holzapfel a déterminé dans le premier la présence du Céphalopode *Prolecanites*, et on peut ainsi paralléliser le Culm d'Erdbach avec l'étage d'Etrœungt qui dans notre pays relie le Dévonien au Calcaire carbonifère. La faune de Herborn, qui se caractérise par des Posidonomyes comme notre zone de Chokier qui surmonte le Viséen, vient donc après le Culm d'Erdbach. Enfin, M. Parkinson a constaté dans le Culm de Königsberg, près de Giessen, une faune composite où, associées à quelques espèces du Culm, prédominent de beaucoup les espèces de la faune de Visé, c'est-à-dire qu'à un certain stade de l'époque carbonifère la région a présenté une variation dans les conditions marines qui a permis aux Coraux et aux Brachiopodes de conquérir la prépondérance sur les organismes du Culm. Mais les conditions côtières n'ont pas tardé à prévaloir, car on trouve au-dessus des couches de cet épisode corallien de nouvelles couches de Culm, que Parkinson n'hésite pas à considérer comme plus récentes que le Culm d'Herborn et que l'étage de Visé; elles correspondraient par conséquent à la zone des ampélites de Chokier.

Il résulte de tout ceci qu'il faut rapporter les différents horizons du Culm à une série stratigraphique, qui s'est déposée parallèlement à la série du Calcaire carbonifère. Seulement les dépôts du Culm ne forment pas des couches continues comme le calcaire; situés plus près des côtes de la mer carbonifère, ils sont le plus souvent cachés par les

dépôts houillers, d'autres fois confondus avec les stampes stériles, et enfin les mouvements tectoniques des bords des bassins carbonifères les ont disloqués, sans parler des effets de l'érosion superficielle qui a continué à les détruire.

On peut cependant entrevoir le début de cette faune du Culm dans le centre et dans le Nord de l'Angleterre, comme nous le verrons tantôt. D'un autre côté, on la retrouve encore, mais à son déclin, dans les niveaux marins qui se succèdent dans les horizons du Houiller. Car malgré l'émersion qui caractérise pour l'Europe centrale et occidentale la fin du Carbonifère, la mer ne s'était pas complètement retirée de nos régions, et il est probable qu'un bassin plus ou moins profond persistait encore sur l'emplacement actuel de la mer du Nord ou plutôt au Sud de la mer de Norvège.

Dans le travail de MM. Hind et Howe dont nous avons parlé plus haut, nous trouvons un tableau stratigraphique des couches carbonifères des îles Britanniques, dans lequel on établit une corrélation entre des formations situées à la base du Calcaire carbonifère : celles-ci sont, pour l'Écosse le grès calcifère (*Calciferous sandstone*), pour l'île de Man un conglomérat, et pour la chaîne Pennine une zone à *Modiola Mac Adami*, et toutes les trois sont surmontées par les couches à Coraux et Brachiopodes du Calcaire. Cela signifie que les organismes lamellibranches ont été les premiers habitants de la bande littorale et que plus tard, par suite de l'affaissement graduel des bassins marins, ceux-ci ont été occupés par les organismes néritiques du Carbonifère. Ils sont ensuite devenus prépondérants dans le centre de l'Angleterre et de l'Irlande, tandis que, sur le rivage du Nord et du Sud, ni les constructions récifales, ni les accumulations coralliaires ne sont jamais parvenues à se constituer, et la prépondérance des organismes côtiers lamellibranches, de certains Céphalopodes et Brachiopodes a continué à caractériser les dépôts littoraux.

Ce ne fut que plus tard, avant le dépôt des *Lower Coal Measures* et du *Gannister group*, que les conditions néritiques du bassin central prirent fin. Au *Mountain Limestone* succède le dépôt du *Pendleside group*, qui est lui-même surmonté par le *Millstone Grit*, conglomérat ou arkose d'émersion. MM. Hind et Howe nous donnent la liste des fossiles communs aux deux formations littorales. Ce sont *Aviculopecten papyraceus*, *Gastrioceras Listeri*, *G. carbonarium*, *Glyphioceras reticulatum*, *Gl. bilingue*, *Posidoniella lævis*, *P. minor* et vers le haut une zone à *Posidonomya Becheri*. Cette faune marine disparaît ensuite parce que l'émersion du bassin continue, accompagnée du

dépôt des couches houillères du *Gannister group* et ensuite des zones houillères supérieures. Celles-ci sont accompagnées d'une faune saumâtre à *Anthracomya* avec la forme mytiloïde *Naiadites*. Mais ici de même que sur le continent, la mer envahit encore à plusieurs reprises les champs de houille, par suite d'affaissements superficiels bien vite comblés, de sorte que les retours de la mer ne constituent que des épisodes de courte durée, qui cependant permettent aux représentants de la faune du Culm d'envahir les dépôts houillers et d'y laisser les débris de la faune marine du Carbonifère à son déclin.

Par suite des transformations tectoniques que subit le bassin carbonifère au cours de son évolution, les organismes du Culm finissent par envahir tout le bassin des îles Britanniques, et nous aurions à constater la même chose pour la plus grande partie du bassin européen, s'il nous était possible de l'explorer dans sa totalité. On comprend aussi que le dépôt des fossiles n'a pas eu lieu partout en même temps : il a persisté dès le début sur la côte calédonienne ; au centre, il a été interrompu pendant longtemps par la prépondérance des organismes néritiques, de sorte que les différentes formations du Culm, ainsi que les autres formations littorales, ne peuvent pas présenter partout une faune identique. Il est probable que les organismes se sont encore reproduits longtemps après que ceux du rivage calédonien étaient éteints par suite de l'émersion.

C'est, en effet, ce qu'ont constaté MM. Hind et Howe. Ils rencontrent en Écosse, dans le *Calciferous sandstone*, donc depuis la base du Calcaire carbonifère, une série de Lamellibranches de la famille des Nuculidés qui y persistent jusqu'au sommet des couches marines. Ceux-ci se retrouvent également plus au Sud, ils n'y apparaissent que plus haut, mais en dessous du *Pendleside group*. Enfin, dans le Nord des Midlands, ils ne se rencontrent que dans ce même groupe. Les deux géologues anglais citent encore *Chonetes Laguessiana*, *Myalena* et beaucoup d'autres Lamellibranches qui suivent le même ordre d'apparition.

Enfin, les organismes d'eau saumâtre qui succèdent à la faune marine, *Carbonicola*, *Anthracomya*, *Naiadites*, se retrouvent dans le Carbonifère le plus ancien du Fifeshire, ils n'apparaissent au Yorkshire que dans la série de Yoredale et dans le *Pendleside group*. Enfin, au Staffordshire et au Derbyshire on les retrouve en abondance à la base des *Coal Measures*, dans le *Gannister group*, c'est-à-dire au-dessus des deux formations marines de la mer carbonifère.

Nous ne citerons ici que pour mémoire la faune des Sélaciens dont l'étude est loin d'être complète, mais elle devra fournir un jour, avec

la faune des poissons ganoïdes qui l'a suivie, des indications utiles pour la stratigraphie et la corrélation des couches carbonifères. Les requins de la mer carbonifère ont atteint un remarquable développement, mais on n'en retrouve généralement que les dents et les nageoires. L'appareil dentaire de beaucoup d'entre eux présente une très intéressante adaptation en vue de l'utilisation des nombreux Mollusques, Brachiopodes et autres organismes marins, ce qui nous montre que les deux faunes ont marché de pair, et que l'étude de l'une viendra compléter la connaissance de l'autre.

La propagation successive des organismes marins du Nord au Sud que nous venons de signaler pour le bassin carbonifère de la Grande-Bretagne paraît due en grande partie à l'émersion graduelle du rivage septentrional de la mer carboniférienne ; mais il est un autre groupe de phénomènes qui ne cadre pas avec cette explication : c'est celui de l'apparition successive des couches de houille dans les différents étages du bassin anglo-westphalien. C'est ainsi que l'on rencontre des couches exploitables dans le *Calciferous sandstone* d'Écosse, alors que les bassins du Nord et surtout ceux du centre de l'Angleterre montrent, par leur flore plus évoluée, qu'ils appartiennent à une époque postérieure. On sait du reste qu'en Belgique et en Westphalie la houille est moins bien représentée dans le Houiller inférieur que dans les couches supérieures, et de plus que la houille westphalienne est antérieure à la houille stéphanienne du centre de la France et de l'Allemagne méridionale et du massif de Bohême. On pourrait croire que le Stéphanien a été beaucoup mieux représenté autrefois dans nos bassins et dans ceux de la Westphalie, mais la houille est un produit si caractéristique qu'elle ne pourrait être dissociée par l'érosion sans laisser de traces.

La disposition géographique des bassins renfermant les flores houillères successives pourrait s'expliquer par le déplacement des conditions climatériques qui ont permis l'apparition relativement brusque et le développement si intense de la végétation carbonifère. Nous admettons que c'est là une hypothèse qui manque d'arguments suffisamment nombreux et importants. Qu'il nous soit permis cependant de signaler, en faveur de celle-ci, la flore dévonienne de l'île des Ours, si bien étudiée par Nathorst, et qui paraît avoir été le précurseur septentrional de la flore carbonifère de l'Écosse d'abord, et du centre de l'Angleterre ensuite.

On sait que les principaux gisements houillers du Carbonifère occupent une zone périarctique dans l'hémisphère boréal. D'un autre

côté, vers le Sud et surtout dans le bassin méditerranéen, la flore carbonifère est peu représentée. Celle-ci a certainement dépassé l'équateur, puisqu'elle a été constatée en Australie, en Afrique et aussi dans l'Amérique méridionale; mais les gisements houillers de ces continents de l'hémisphère antarctique ont surtout été constitués par la flore du Gondwana, qui a succédé à la flore carbonifère, et dont l'évolution paraît avoir été en rapport avec la glaciation permienne de cet hémisphère.

Nous ne retiendrons de cette digression sur l'évolution de la flore carbonifère que le fait de l'apparition précoce des couches de houille exploitables dans le Carbonifère d'Écosse, afin de la mettre en regard d'une autre constatation qui appartient au bassin du Donetz. Ici les trois étages du Carbonifère sont représentés par des couches marines dans lesquelles sont intercalées les couches de houille. Tantôt nous avions les premières couches de houille à la base des formations marines, ici elles viennent s'y intercaler pendant toute la durée du Carbonifère de ce bassin, qui représente le Westphalien et le Stéphanien. Dans notre pays, et aussi en Angleterre et en Westphalie, on retrouve les dépôts houillers du même âge au-dessus des dépôts marins.

On voit donc que la disposition relative des trois séries stratigraphiques du Carbonifère n'est pas partout la même. Cependant, c'est la superposition des dépôts houillers aux formations marines qui a donné naissance à l'ancienne classification du Carbonifère, et celle-ci répond du reste d'une façon générale à l'évolution de ce système. Mais les exceptions que nous venons de signaler, à titre d'exemples, et aussi la corrélation de la stratigraphie carbonifère sur toute la surface du globe exigent que chacune des trois séries carbonifères soit étudiée à part au point de vue de son évolution. Les flores houillères et les faunes du Calcaire carbonifère sont relativement bien connues, mais le Culm demande des études et des découvertes nouvelles, tant au point de vue de sa stratigraphie que de l'évolution de sa faune. Quand on pourra mieux se rendre compte de la succession stratigraphique et paléontologique des dépôts littoraux, des formations néritiques et des couches houillères, grâce aux progrès des études paléontologiques et à la détermination des conditions tectoniques de la formation des différents bassins, nous serons en possession de la division naturelle du système carbonifère, le plus important de tous les systèmes géologiques au point de vue économique.

Il y aurait peut-être un certain intérêt à esquisser la disposition géographique actuelle des dépôts de la mer carbonifère qui paraît

avoir établi à travers l'Europe, de l'Ouest à l'Est, une communication entre une mer située à l'Ouest de l'Irlande jusqu'à la Russie vers l'emplacement actuel de l'océan Arctique. Grâce aux recherches houillères et aux cartes des Services géologiques, ce bassin ancien est mieux connu que tout autre, et peut ainsi par comparaison nous laisser entrevoir les modifications profondes que tous les autres bassins ont dû subir au cours des âges géologiques. Dans cet exposé nous nous servirons surtout des éléments réunis par M. van Waterschoot van den Gracht dans son mémoire du Service géologique des Pays-Bas.

La mer carbonifère du Nord-Ouest de l'Europe était comprise entre deux terres continentales; le rivage septentrional se retrouve au Nord de l'Irlande encore rattachée à l'Écosse dans les régions de la Clyde et du Firth of Forth ; il passait ensuite à travers la mer de Norvège, à la Scandinavie réunie à la Finlande, à l'Est de laquelle la mer carbonifère se dirigeait au Nord vers une mer arctique. Le rivage Sud du bassin anglais se retrouve également en Irlande, dont il constitue le bord méridional; il passe ensuite au Sud de la mer d'Irlande actuelle vers les Cornouailles et le Devonshire, à l'Est duquel il disparaît sous les dépôts plus récents. Mais grâce à l'alignement des bassins houillers du Kent et du bassin franco-belge, on peut suivre la mer à travers le Sud-Est de l'Angleterre, le Pas-de-Calais, le Nord de la France et la province du Hainaut, à l'Est de laquelle le rivage formé par les Ardennes et l'Eifel réapparaît. Il fait ensuite le tour du massif dévonien du Rhin, passe entre le Harz et le massif de Bohême, et recouvre la Haute et la Basse Silésie. En Pologne et en Podolie, le rivage ne peut plus se reconnaître, et au Nord de celui-ci la mer s'étale largement pour recouvrir la presque totalité de la Russie jusqu'à l'Oural. Cette partie orientale a persisté beaucoup plus longtemps que la mer anglo-allemande, de sorte que la partie supérieure du Carbonifère du Nord-Ouest de l'Europe constitue une formation continentale, alors que l'ensemble du Carbonifère de la Russie représente une formation marine.

La mer occupait tout l'espace entre le continent calédonien scandinave et les massifs hercyniens. Ce bassin a subi de nombreuses et importantes modifications depuis le Carbonifère; les eaux marines s'y sont succédé aux différentes époques géologiques, grâce à une série d'affaissements, de sorte que les dépôts houillers plus ou moins affaissés sont recouverts aujourd'hui par les dépôts plus récents. L'affaissement a été surtout marqué au Nord, de sorte que sauf les bassins écossais, toute la partie septentrionale du bassin nous est restée inconnue et nous restera peut-être inaccessible.

La partie méridionale est beaucoup mieux connue et plus accessible à l'exploitation. Elle n'est pas affaissée aussi profondément et a subi davantage les effets de la force tangentielle, d'où le plissement ou froissement si caractéristique des couches de houille. Il semble cependant que dès le début de la période carbonifère, il y eut une différence dans la nature des dépôts marins des deux rivages. C'est ainsi que le Calcaire carbonifère se rencontre surtout en avant du rivage hercynien, tandis que la partie du rivage calédonien qui nous est conservée est totalement recouverte par les dépôts côtiers.

En Irlande et en Russie, le Calcaire occupe de vastes espaces, mais le Houiller n'y forme pas les bassins importants qui s'étendent depuis la Grande-Bretagne jusqu'au Donetz. Nous pouvons conclure de là que les conditions marines prédominaient dans les larges bassins tant en Irlande qu'en Russie, et probablement aussi dans les régions de la mer du Nord, de l'Allemagne septentrionale et des provinces baltiques. Le rivage hercynien, par contre, se caractérise d'abord par une large bande de formations néritiques qui ont donné naissance au Calcaire carbonifère, et à celui-ci est venue s'accoler la zone des accumulations houillères, produits d'une végétation qui peut-être a été d'abord marine, et est devenue ensuite continentale.

Nous pouvons suivre les dépôts côtiers depuis l'Irlande jusqu'au Sud de la Russie. Nous avons vu que le Calcaire carbonifère occupe de vastes espaces en Irlande. Malgré l'érosion intense à laquelle il a été soumis depuis son émersion à la fin de l'époque carbonifère, il garde encore une épaisseur considérable grâce à l'horizontalité de ses couches. Il y a lieu de signaler la stabilité remarquable de cette région depuis la fin du Paléozoïque. Celle-ci peut s'expliquer par le voisinage de l'axe calédonien scandinave, dont l'émersion est encore plus ancienne.

La région de la mer d'Irlande et des massifs montagneux de l'Ouest de l'Angleterre nous montre une mobilité plus grande dès le Carbonifère. Après le dépôt du *Mountain Limestone*, le fond de la mer s'est graduellement relevé avec les massifs anciens, encore insulaires à cette époque. Au *Pendleside group*, au *Millstone grit* ont succédé les dépôts de houille depuis le rivage calédonien jusqu'au rivage hercynien, qui ont probablement fini par se rejoindre du Nord au Sud, esquissant ainsi l'Angleterre telle que géologiquement nous la connaissons aujourd'hui. Sa partie occidentale est formée par des terrains paléozoïques et reliée à l'Irlande. La mer d'Irlande constitue un bassin d'effondrement récent autour duquel on ne connaît pas de formations mésozoïques ou tertiaires, qui témoigneraient des mers des époques correspondantes.

Par contre la chaîne Pennine, qui débute à la fin du Carbonifère, a servi de rivage aux mers mésozoïques, qui s'étendaient également vers les régions continentales de l'Europe actuelle.

Le Calcaire carbonifère, qui constitue une formation si importante en Irlande et en Angleterre, se retrouve en Belgique. On peut le suivre depuis Tournai jusque Visé, au Nord des bassins houillers de Mons et de Liége. On le retrouve aussi au Sud des bassins de Charleroi, de Namur et de Liége. Il se peut que les deux bandes communiquent sous le Houiller au fond des bassins. Mais il paraît plus probable que les deux formations se sont constituées indépendamment sur des relèvements du fond de la mer, qui présentaient tous deux la profondeur favorable au développement des organismes néritiques. On peut ensuite poursuivre le Calcaire jusqu'au Rhin. Au delà, la formation côtière du Culm devient prépondérante, mais on rencontre encore çà et là des dépôts qui rappellent le Calcaire carbonifère. Enfin, celui-ci devient tout à fait prépondérant dans le bassin du Donetz, et nous avons vu qu'il recouvre presque toute la partie centrale de la Pologne et de la Russie.

Là où ils nous ont été conservés, le Culm et les terrains qui y correspondent indiquent d'une manière plus précise les rivages de la mer calédonienne. Le Nord et le Sud de l'Irlande, faisant partie de massifs précarbonifères, forment des zones littorales qui entourent le grand bassin calcaire. De même le *North Devonshire* et les Cornouailles sont traversés de l'Ouest à l'Est par un bassin carbonifère que l'on croyait constitué par du Culm. Mais les recherches de M. Arber [1] ont montré que si celui-ci se rencontre à la base, toute la partie supérieure est formée par du Houiller d'âge westphalien, mais où les fossiles végétaux se réduisent à des empreintes végétales, de sorte que la houille fait défaut ici tout comme en Irlande, et malgré le voisinage du massif des Cornouailles.

Depuis le Sud-Ouest de l'Angleterre jusqu'au Rhin, on ne connaît pas de formation spécialement désignée comme Culm. Cependant M. Stainier signale, dans le bassin de Charleroi, la pauvreté relative en houille de l'étage inférieur du Houiller, la présence de formations conglomératiques et d'une faune analogue à celle du *Pendleside group* et du Culm. Celui-ci, à partir de Ratingen près du Rhin, présente un déve-

---

[1] E. A. N. Arber, *On the Upper Carboniferous Rocks of West Devon and North Cornwall.* (The Quart. Journ. Geol. Soc., vol. LXIII, 1907.)

loppement marqué, mais il semble qu'ici, comme au Devonshire, une partie se rattache au *Flötzleer* (Houiller stérile).

Nous avons vu qu'on trouve sur le versant Nord du massif hercynien de l'Allemagne centrale les étages du Culm correspondant à ceux du Calcaire carbonifère. On rencontre même sur le versant méridional du Westerwald, à Königsberg près de Giessen, et dans différents bassins du Fichtelgebirge, une association de faunes du Calcaire avec celles du Culm. La mer carbonifère avait donc pénétré jusqu'au cœur du massif, et plus tard on voit la mer du Zechstein s'avancer jusqu'au Sud du Palatinat, entre l'Ardenne et l'Eifel d'un côté, et le massif de Bohême de l'autre ; la mer a du reste persisté dans le bassin de Mayence jusque vers le milieu du Tertiaire. En outre, on ne connaît pas le fond du bassin de Saarbrücken, qui a peut-être été marin à son début.

La même association de Culm et de Calcaire se rencontre sur le versant oriental de l'Eulengebirge et des Sudètes. Dans la Basse Silésie, le Culm a été reconnu sur une épaisseur de 1,500 mètres, mais sur le versant des montagnes que nous venons de citer, on calcule son épaisseur à 15,000 mètres. Cette énorme accumulation des produits d'érosion continentale, à laquelle correspond l'extraordinaire épaisseur des couches de houille, montre que nous nous trouvons ici au débouché d'un vaste système fluvial qui pendant longtemps a drainé les produits d'érosion du continent situé au Sud vers un bassin marin important. Le continent était formé par les régions qui forment aujourd'hui les Alpes orientales, et le bassin marin était la mer carbonifère de Pologne et de Russie, sur l'importance et sur la persistance de laquelle nous avons déjà insisté.

Des conditions analogues devaient exister au Nord-Ouest de l'Europe; un continent situé entre l'Irlande et l'Écosse a fourni les éléments de l'ensemble des formations littorales, qui s'étendent depuis le rivage calédonien jusqu'au Sud de la chaîne Pennine actuelle.

Les observations fournies par l'exploitation des différents bassins houillers du Nord-Ouest de l'Europe concordent pour indiquer un desséchement graduel de la mer carbonifère vers la fin de l'époque. Mais on ne connaît pas l'existence de couches carbonifères au Nord de la Hollande et de la Westphalie; on ne sait donc pas si la mer a persisté dans ces régions. On suppose que le Carbonifère s'y trouve à une très grande profondeur et qu'il a continué à s'affaisser. Les explorations les plus récentes ont montré qu'un peu plus au Sud des systèmes de fractures divisent en grandes tables les couches carbonifères suivant les mouvements qu'elles ont subis. Le plissement de

celles-ci est peu marqué, mais à mesure que l'on se rend vers le Sud, on trouve les couches formant des espèces de bassins ayant subi une sorte de froissement qui s'accompagne généralement d'un chevauchement vers le Nord. Il semble que cette augmentation de plissement vers le Sud se retrouve en Russie et aussi dans l'Amérique du Nord; elle s'étendrait donc probablement sur toute une zone de l'hémisphère boréal. On a signalé aussi des failles dans le Nord de l'Angleterre. On admettait même autrefois que la faille de Craven délimitait nettement au Nord la formation du *Mountain Limestone*. On sait aujourd'hui que le passage de celui-ci au *Calciferous sandstone* est graduel. On peut en conclure que les mouvements tectoniques du Carbonifère, ainsi que les mouvements posthumes, n'ont pas été aussi accentués ici que pour le rivage hercynien.

Les modifications tectoniques du bassin carbonifère postérieures à cette époque peuvent se ramener à trois catégories : au Nord, le fond du bassin a continué à s'affaisser; sur son bord méridional, il y a eu outre l'affaissement un plissement qui a eu pour résultat un chevauchement du Sud au Nord; enfin, dans la zone irlandaise à l'Ouest aussi bien que dans la plaine russe à l'Est, il y a eu relèvement du fond de la mer. Le soulèvement de la chaîne de l'Oural a accompagné ce mouvement. Nous ne savons pas si une chaîne analogue symétrique a existé à l'Ouest. On a cru trouver son prolongement en Amérique, dans la chaîne des Alleghanys. Quoi qu'il en soit, l'aire du bassin maritime s'est trouvée considérablement réduite.

Le chevauchement du bord méridional se constate depuis le Pas-de-Calais jusqu'au bassin de Liége, où M. Fourmarier vient de montrer que le déplacement s'étend depuis Marche-les-Dames jusque Horion-Hozémont. L'écaille chevauchée, qui comprendrait le massif de Theux, le massif de la Vesdre et le bassin houiller de Herve, est formée par du Houiller, du Calcaire carbonifère, du Dévonien et même du Silurien. On n'y signale pas le Culm, ce qui peut s'expliquer pour l'Ardenne où l'étage d'Etroeungt nous montre le passage de la mer dévonienne à la mer carbonifère. Cependant, nous avons rapporté plus haut les observations de M. Stainier indiquant la probabilité d'une émersion du massif des Ardennes au Sud du bassin de Charleroi, tout au moins à l'époque du Houiller inférieur.

Sur la partie occidentale du chevauchement on ne signale pas non plus le Culm. Ici il est impossible d'indiquer l'existence du rivage de la mer carbonifère. Son dépôt littoral est probablement enterré dans la profondeur du bassin houiller. Il se peut aussi que les conditions

littorales n'aient pas été favorables à l'accumulation du Culm. Peut-être la mer communiquait-elle, vers le Sud, avec les bassins marins dont nous trouvons les dépôts dans les Vosges, au Nord du Plateau central, et sur les deux versants du massif armoricain, donc sur une grande partie du pourtour du bassin de Paris. La direction Est-Ouest des synclinaux indique qu'ils étaient parallèles à celui du Calcaire carbonifère du bassin franco-belge, et appartenaient par conséquent au même système de plissement. Il est permis de supposer que des bassins houillers se trouvent à l'Ouest en prolongement de celui de Nancy, mais des études et des prospections locales devraient indiquer s'il y a des probabilités d'accès à ces bassins, et de plus il faut craindre que ceux-ci n'aillent en s'appauvrissant de plus en plus vers l'Ouest, dans la direction du massif armoricain-irlandais.

La mer n'a pas quitté définitivement l'aire du bassin carbonifère de l'Europe, elle reparaît à l'époque du Zechstein et pénètre plus au Sud dans le massif hercynien. C'est à cette époque que la Méditerranée permienne s'étend depuis la Sicile jusqu'à l'Oural et l'Inde. Pendant toute l'époque mésozoïque et jusqu'à la fin du Tertiaire, l'Europe constitue un archipel insulaire analogue à celui qui réunit aujourd'hui l'Asie à l'Australie, mais la mer qui sépare les îles n'atteint jamais les profondeurs de la Méditerranée, encore moins les profondeurs océaniques actuelles, de sorte que les faunes qui caractérisent les formations mésozoïques et tertiaires de l'Europe centrale, diffèrent constamment des formations méditerranéennes correspondantes, tout en suivant une évolution parallèle. Ce ne fut qu'à partir du Miocène que la mer, qui s'étendait depuis le Nord de l'Angleterre, à travers l'Allemagne, jusqu'au Sud de la Russie, s'est retirée, et ce retrait correspond au premier soulèvement des Alpes, qui a suivi la disparition de la mer nummulitique et s'est effectué pendant la transgression oligocène venue de l'océan Arctique par la Russie. Ce n'est donc que depuis une époque relativement récente que l'Europe est devenue continentale, et qu'elle constitue un trait d'union entre les continents asiatique et africain, tandis que jusqu'à la formation de la barrière alpine la mer de l'Europe centrale servait d'intermédiaire entre les mers équatoriales et les mers arctiques.

A.-L. Marchadier. — Effets de la sédimentation sur la limpidité et le titre bactérien des eaux de rivière.

Il est à remarquer que les eaux de rivière, que les crues même les plus légères rendent boueuses et impotables, se clarifient et s'améliorent avec une rapidité parfois étonnante, dès que la crue est en décroissance, dès que le courant, qui émulsionne toutes les particules organiques ou minérales entraînées, a diminué de vitesse et de puissance.

Comme l'eau des rivières est de plus en plus employée aujourd'hui dans l'alimentation des grandes cités; comme, d'autre part, certaines crues peuvent, en raison de leur intensité et de leur durée, maintenir pendant plusieurs semaines un état de trouble dans ces rivières, il m'a paru important d'étudier dans quelles proportions un court séjour, dans un bassin de repos, des eaux ainsi polluées, faciliterait le dépôt à la fois des matières inertes en suspension et des germes vivants.

Des expériences faites à la fin du mois de mars 1909, pendant les crues dites « crues de printemps », m'avaient déjà permis de constater qu'une eau de rivière soumise au repos gagne en transparence :

42 °/₀ après le premier jour,
29 °/₀ — second jour

et s'appauvrit en germes bactériens aérobies :

de 16 °/₀ après le premier jour,
de 34 °/₀ — second jour.

Mais si, à cette époque, la transparence de l'eau de la rivière expérimentée s'était abaissée à 13 centimètres, cette eau s'était montrée totalement exempte d'argile colloïdale, corps dont l'émulsion est, comme on le sait, particulièrement stable. Aussi ai-je profité des crues violentes de décembre 1909 et de janvier 1910, pendant lesquelles les matières étrangères à l'eau, et particulièrement l'argile, se sont montrées à tous les états d'émulsion, pour continuer les expériences entreprises à la fin du premier trimestre 1909.

Ces nouveaux essais devaient me conduire à des résultats aussi intéressants qu'inattendus. Ils eurent lieu de décembre 1909 à février 1910. Pour chaque essai, 75 mètres cubes d'eau puisée dans la rivière

étaient emmagasinés dans un bassin rectangulaire de 2 m. × 25 m. et abandonnés au repos pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, suivant le laps de temps pendant lequel le bassin servant occasionnellement à ces expériences pouvait être laissé à ma disposition. Toutes les opérations de remplissage du bassin, de tholométrie, d'ensemencement et lecture des germes étaient effectuées entre 10 et 11 heures du matin. La température de l'eau était soigneusement relevée à ce même moment.

Des essais ainsi conduits et exécutés en décembre, il résulte que l'eau, à cette époque de l'année, gagne, après un jour de repos, 17 °/₀ en transparence et perd, pendant le même temps, 66 °/₀ de ses germes bactériens aérobies. Le gain en transparence ayant été trouvé faible, par rapport aux chiffres de mars, l'eau en expérience fut, au cours d'un nouvel essai, maintenue au repos un jour de plus. Le gain en transparence, après ces vingt-quatre heures de repos supplémentaires, ne fut que de 6 °/₀. Le « moutonnement » des eaux emmagasinées, occasionné par la pluie et le vent dont nous avions eu à souffrir pendant ces essais, expliquait insuffisamment la faiblesse de ces chiffres. En comparant les températures de l'eau en décembre (6°5) et en mars (8°5), j'acquis la conviction que l'abaissement de 2° dans la température avait joué un rôle prépondérant dans la décantation des matières inertes en suspension dans l'eau, et jouissait, à l'égard de ce phénomène, d'une influence nettement empêchante. Les essais de janvier, exécutés à des températures beaucoup plus basses encore que celles relevées en décembre (2°5 en moyenne au lieu de 6°5), ne firent que confirmer cette conviction. Ces essais permirent de constater, en outre, qu'*à ces basses températures, l'eau de la rivière troublée par la crue gagne en transparence :*

22 °/₀ au maximum après le premier jour [1],
11 °/₀ — second jour

et *s'appauvrit en germes bactériens aérobies* dans une proportion très variable, mais toujours très notable, oscillant

entre 15 et 70 °/₀ après le premier jour [2],
— 60 et 80 °/₀ — second jour.

---

[1] Dans un essai au cours duquel on avait dû briser une couche de glace de 11 millimètres d'épaisseur à la surface du bassin de décantation pour pouvoir exécuter les diverses opérations de l'expérience, le gain en transparence, constaté après le premier jour (température = 1°), n'était que de 12 °/₀.

[2] Ces variations s'expliquent facilement par la très grande irrégularité de répartition des germes dans la masse liquide.

Le colibacille est particulièrement sensible à cette décantation, et l'eau soumise à l'épreuve de la sédimentation, dans les conditions décrites, s'en trouve débarrassée dans la proportion moyenne de :

83 °/₀ après le premier jour,
51 °/₀ — second jour.

De ces essais, il résulte donc :

1° Que *la sédimentation exerce sur l'eau des rivières en crue une action particulièrement favorable à son amélioration physique et bactériologique ;*

2° Que cette action, en ce qui concerne le dépôt des substances inertes, est *incommodée* d'une façon notable par *l'abaissement de la température de l'eau.*

On peut se demander à ce sujet de quelle façon la température de l'eau peut influencer la décantation des matières inertes. Cette explication paraît être donnée par la théorie d'Ostwald. Le chimiste Ostwald a fait remarquer, en effet, que la facilité avec laquelle les corps à l'état flottant se maintiennent en suspension dans l'eau est en raison directe de la viscosité de cette dernière. Or, la viscosité de l'eau augmente à mesure que sa température diminue (2 °/₀ par degré). On conçoit donc que plus basse est la température de l'eau, plus grande est la résistance que les corps en suspension dans ce liquide ont à vaincre pour se déposer, et que, par conséquent, plus lente est leur chute.

Cette viscosité n'entrave pas la décantation des microorganismes, car la plupart de ces derniers sont mobiles et ont une tendance naturelle à gagner le fond des eaux pour se soustraire le plus possible à la lumière qui les détruit.

Il eût été intéressant de répéter ces expériences sur des eaux contaminées par le bacille typhique, mais le bassin d'épreuve employé servant, en temps ordinaire, d'élément de dégrossissage à des eaux destinées à l'alimentation publique, il n'a pas été possible de se livrer à de tels essais. D'ailleurs, nous n'aurions pas eu le mérite de les avoir imaginés. Il y a quelques années, en effet, M. le Dr Houston, chargé de la direction du service de surveillance des eaux de Londres, a publié les résultats d'expériences qui lui permirent de constater que sur dix-huit échantillons d'eau de rivière contaminés par le bacille d'Eberth, dix ne contenaient plus aucune trace de ce bacille après trois semaines de décantation; au bout de cinq semaines, la totalité des échantillons en était purgée.

De semblables décantations, à longue échéance, trouvent bien rare-

ment dans la pratique une application facile. Les expériences précédemment décrites, en montrant qu'une décantation de vingt-quatre ou quarante-huit heures procure une amélioration de l'eau suffisamment sensible pour ne pas être dédaignée, font envisager la *décantation à court terme* comme un moyen d'atténuer, dans une certaine mesure, les effets néfastes des crues sur la potabilité des eaux de rivière. Elles permettent de recommander les *réservoirs à décantation rapide* comme une addition intéressante et peu coûteuse aux ouvrages d'épuration d'eau déjà existants.

F. Halet et C. Malaise. — **Le puits artésien de l'Usine Thomaes, à Renaix.**

Un grand nombre de puits artésiens ont déjà été creusés dans la ville de Renaix; plusieurs coupes de ces puits ont été publiées, notamment par E. Delvaux, van Ertborn, MM. Rutot et van den Broeck.

Plusieurs de ces puits ont atteint le terrain primaire, et dans la carte géologique à l'échelle du 40 000e d'Émile Delvaux, ce Primaire a été annoté comme appartenant au Cambrien, étage Devillien.

Cette interprétation est erronée et il est reconnu actuellement que le Primaire sous la ville de Renaix doit être classé dans le Silurien tout à fait supérieur ou Gothlandien.

C'est grâce au nouveau puits que notre collègue, M. Thomaes, vient de faire creuser dans son usine à Renaix, que nous pouvons être définitivement fixés sur l'âge du Primaire sous cette ville.

M. Thomaes a bien voulu nous prévenir, lors du commencement du creusement de son puits, et son entrepreneur de sondages, M. Marcq, nous a prélevé une magnifique série d'échantillons qui nous ont permis d'établir la coupe géologique ci-dessous.

Comme on le verra dans cette coupe, ce sondage a déjà pénétré d'une vingtaine de mètres dans le terrain silurien, et de nombreuses traces de fossiles ont été recueillies et ont permis à M. Malaise, à qui nous les avons montrés, de déterminer très exactement la position stratigraphique de ces couches.

Nous avons arrêté la coupe de ce sondage à 82m50 de profondeur, mais le puits a déjà atteint 150 mètres; nous n'avons pas encore pu examiner les derniers échantillons et nous compléterons la coupe quand le sondage sera entièrement terminé.

Coupe du puits de l'Usine Thomaes, à Renaix (1).

Foré par le sondeur M. Ch. Marcq, en 1909-1910.

COTE DE L'ORIFICE : + 38.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
1	Alluvion argilo-sableuse un peu ferrugineuse	0.00	1.00	1 00	Alluvions modernes. *Alm.* 3m80	QUATERNAIRE
2	Limon gris très sableux . . .	1.00	1.90	0 90		
3	Argile un peu tourbeuse . . .	1.90	2 30	0.40		
4	Limon sableux gris jaunâtre avec traces de végétaux	2.30	3.80	1.50		
5-8	Limon gris calcarifère	3.80	9.00	5.20	Hesbayen. *Q3m.* 5m20	
9-11	Sable gris graveleux avec cailloux de silex et grès glauconifères roulés	9 00	10.10	1.10	Campinien. *Q2n.* 3m75	
12-13	Limon gris calcarifère avec éclats de silex roulés . .	10.10	12.75	2.65		
14-16	Argile grise plastique	12.75	27.00	14.25	Yprésien. *Yc.* 23m45	TERTIAIRE.
17	Argile plastique avec septaria . .	27.00	28.50	1.50		
18-22	Argile plastique grise	28.50	36.20	7.70		
23-24	Argile grise avec linéoles de sable gris grossier	36.20	38.60	2.40	*Yb.* 3m30	
25	Sable argileux gris grossier . .	38 60	39.50	0.90		
26	Cailloux de silex roulés et grès glauconifères roulés	39.50	39.60	0 10	*Ya.* 0m10	
27	Sable fin gris verdâtre finement glauconifère	39.60	50.50	10.90	Landenien. *Ld.* 10m90	
28-29	Argile sableuse grise glauconifère.	50.50	53.60	3.10	*Lc.* 8m10	
30	Tuffeau gris foncé finement glauconifère.	53.60	53.80	0.20		
31-33	Argile sableuse gris verdâtre . .	53.80	58.60	4.80		
34	Silex verdis roulés	58.60	59.00	0.40	*La.* 0m40	

(1) Ce sondage porte le nº 42 dans la farde de Renaix du Service géologique du Gouvernement, où les échantillons sont conservés.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
35-37	Silex noirs anguleux en rognons plus ou moins volumineux, à surface corrodée dont les anfractuosités sont remplies de marne.	59.00	61.80	2.80	Turonien. *Tr2b.* 2m80	Secondaire.
38	Marne verte glauconifère avec nombreux silex roulés à patine verdâtre	61.80	62.20	0.40	Cénomanien *Cn.* 2m30	
39	Sable verdâtre très glauconifère .	62.20	62 40	0 20		
40-41	Marne verte et grise glauconifère .	62.40	63.90	1 50		
42	Argile sableuse gris foncé (ne paraît pas en place)	63.90	64.00	0.10		
43	Cailloux de quartz blanc roulés avec débris de silex caverneux.	64.00	64.10	0.10		
44	Débris de schistes et de quartzites gris bleuâtre	64.10	64.40	0.30	Silurien. *Sl2b.* 23m90	Primaire.
45	Débris de schistes gris altérés . .	64.40	64.60	0.20		
46-47	Argile de décomposition gris blanchâtre onctueuse	64.60	65.50	0.90		
48-50	Schistes et quartzophyllades gris altérés	65.50	68.00	2 50		
51-54	Schistes gris foncés altérés. . .	68.00	72.50	4.50		
55-56	Schistes gris avec traces de pyrite altérée	72.50	74.00	1.50		
57	Schistes gris très foncés contenant *Monograptus vomerinus* . . .	74.00	76.00	2.00		
58	Schistes gris	76.00	77.00	1.00		
59	Schistes gris foncés contenant *Monograptus Nilssoni* . . .	77.00	78.70	1.70		
60	Schistes gris clair finement paillettés de mica et traces de pyrite .	78.70	80.00	1.30		
61	Schistes gris foncé	80.00	82.50	2.50		
62	Schistes gris clair	82 50				

Terrains traversés.

La coupe des terrains montre la même série que ceux rencontrés dans les autres sondages publiés de la ville de Renaix.

Nous n'avons toutefois pas trouvé de traces de la craie glauconifère de Maisières qui a été signalée dans les autres sondages ; d'autre part, le Cénomanien paraît plus développé dans ce sondage.

Le Primaire a été rencontré à 64^{m}10 de profondeur, soit à la cote — 26^{m}10.

Comme suite à son examen des échantillons primaires, notre savant collègue M. Malaise a bien voulu nous remettre la note suivante :

« Dans plusieurs sondages exécutés antérieurement à Renaix, on avait atteint le terrain silurien.

» Les échantillons recueillis, examinés par E. Delvaux et Renard, avaient été assimilés par ces derniers géologues et pétrographes aux schistes verdâtres de l'assise de Tubize; je les avais considérés comme ces mêmes roches altérées, donc appartenant au Cambrien (Silurien inférieur).

» Dans le sondage nouveau, et dont M. F. Halet a bien voulu me montrer les échantillons, il s'est trouvé des graptolites.

» La roche qui les contient est une espèce de schiste noirâtre un peu altéré et quelque peu graphique.

» J'ai reconnu deux espèces de graptolites en très bon état et une troisième espèce peu déterminable.

» Ce sont : *Monograptus vomerinus* Nich. et *Monograptus Nilssoni* Barr., espèces caractéristiques du Wenlock du Pays de Galles, donc du Silurien supérieur ou Gothlandien.

» C'est le niveau que j'ai appelé assise de Corroy dans le massif du Brabant et assise de Naninne dans la bande de Sambre-et-Meuse ; dans cette dernière, les graptolites sont plus beaux et mieux conservés; ceux de Renaix y ressemblent.

» Ceci prouve qu'il faut mettre beaucoup de circonspection dans la détermination des échantillons provenant de sondages profonds, échantillons qui sont souvent en mauvais état et plus ou moins altérés. »

Lorsque ce sondage sera terminé, nous compléterons la coupe et nous envisagerons les résultats hydrologiques de la contrée.

F. Halet. — **Coupe du puits de Calmpthoutskenhoek.**

Au courant du mois de juillet 1908, un puits de 276 mètres de profondeur a été creusé par le sondeur Prosper Van Severen au couvent des RR. PP. Rédemptoristes, à l'Est du village de Calmpthoutskenhoek, sur le territoire de la planchette de Calmpthout [1], vers la cote 17.

Ce puits, qui a été creusé jusque dans l'étage rupelien, a été abandonné sans résultats hydrologiques à la profondeur de 276 mètres.

Nous avons cru intéressant de publier la coupe des terrains traversés par ce sondage, car elle nous permet de nous rendre compte de l'allure exacte du toit de l'argile de Boom, depuis Anvers jusque la frontière belge.

C'est le sondage le plus septentrional qui ait atteint l'argile de Boom en Belgique.

La série des terrains rencontrés est la suivante :

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS. de	PROFONDEURS. à	ÉPAISSEURS.	AGE.
1	Sable tourbeux, terre de bruyère.	0 00	1.30	1.30	Flandrien. *Q4m.* 2m70
2	Sable quartzeux gris blanchâtre avec quelques gros grains de quartz	1.30	2 70	1.40	
3	Sable demi-fin gris blanchâtre. .	2.70	6.10	3.40	Poederlien. 64m75
4	Argile plastique grise, bigarrée de brunâtre	6.10	10.15	4.05	
5	Sable gris demi-fin pailleté de mica.	10.15	14.30	4 15	
6-7	Sable quartzeux blanchâtre finement pailleté de mica. . . .	14 30	23.20	8.90	
8	Argile gris foncé un peu sableuse.	23.20	40.00	16 80	
9	Sable blanc très quartzeux avec petits débris de bois	40.00	42.80	2 80	
10	Argile grise un peu sableuse . .	42.80	48.50	5 70	
11	Sable quartzeux blanchâtre pailleté de mica.	48.50	58.70	10.20	
12	Sable gris blanchâtre, quartzeux et graveleux, avec débris de coquilles	58.70	67.45	8.75	

[1] Le creusement de ce puits a été suivi par un agent du Service géologique et les échantillons ont été envoyés à ce service. Ce sondage porte le numéro 77 dans la farde de Calmpthout du Service géologique.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS. de	PROFONDEURS. à	ÉPAISSEURS.	AGE.
13	Sable gris légèrement verdâtre, quartzeux, pointillé de glauconie.	67.45	75.80	8.35	
14	Idem que le précédent, pétri de débris de coquilles indéterminables	75.80	83.00	7.20	
15	Sable gris quartzeux pétri de débris de coquilles, très glauconifère.	83.00	89.60	6.60	Diestien.
16-17	Sable quartzeux et graveleux grisâtre, avec gros points de glauconie et pétri de débris de coquilles indéterminables . .	89.60	95.00	5.40	37m65
18	Sable quartzeux gris très glauconifère	95.00	98.40	3.40	
19	Gravier de quartz blanc roulé et débris de coquilles roulées . .	98.40	105.10	6.70	
20	Sable quartzeux noir très glauconifère	105 10	118.60	13.50	
21	Sable fin gris verdâtre glauconifère	118.60	150.00	31.40	Boldérien. 70m75
22-23	Argile sableuse grise finement pailletée	150.00	175.85	25.85	
24	Grès (d'après le sondeur), probablement septaria	175.85	176.30	0.45	
25-27	Argile gris brunâtre plastique finement pailletée	176.30	223.30	47 00	Rupélien.
28	Argile grise plastique avec quelques petits cailloux de silex roulés. .	223.30	235.50	12.20	100m16
29	Argile gris clair un peu sableuse .	235.50	276 00	40.50	
30	Sable argileux	276.00			Asschien.

Terrains traversés.

Il nous a été difficile de délimiter exactement les divers étages traversés par ce sondage, à cause du petit nombre d'échantillons recueillis et de la méthode employée, par injection d'eau, pour l'exécution de ce sondage, ce qui mélange toujours les échantillons et augmente considérablement la profondeur réelle des étages différents.

Dans la coupe ci-dessus, nous avons rangé dans le Flandrien les échantillons 1 et 2 ; les quelques graviers de quartz représentent la base de cet étage.

Sous le Flandrien, les échantillons 3 à 11 sont composés de sable quartzeux gris et blanchâtre avec intercalation de bancs d'argile plus ou moins épais.

Nous pensons que ces couches représentent la série sablo-argileuse fluvio-marine que M. Rutot [1] a appelée série de Ryckevorsel ou de Tegelen, qui constitue, d'après ce savant, le sommet du Poederlien.

Dans le sondage de la gare d'Esschen, arrêté à la profondeur de 32^{m}67, on a rencontré la même série de couches de sables et d'argiles, et M. Rutot les a rangées dans la partie supérieure du Poederlien. Nous avons placé la base du Poederlien sous l'échantillon 12, qui est composé d'un sable quartzeux et graveleux, mais nous ne pouvons avoir aucune certitude à cet égard, puisque l'on n'a recueilli que deux échantillons sur une épaisseur de terrains traversés de près de 20 mètres.

Sous la couche 12 viennent une série d'échantillons très mauvais, remplis de débris de coquilles complètement broyés dans lesquels on peut aussi bien reconnaître le Poederlien que le Diestien; nous les avons placés dans le Diestien, mais nous ne pouvons tracer à présent une limite définitive entre le Poederlien et le Diestien : celle que nous avons établie dans notre coupe n'est qu'hypothétique.

Nous avons mis la base du Diestien à 105^{m}10 (échantillon 19), composée de graviers de quartz roulés et de coquilles roulées.

L'échantillon 20 est composé d'un sable noir très glauconifère, qui est sans aucun doute le sable noir d'Anvers d'âge boldérien.

Les échantillons 22 et 23 sont composés d'une argile sableuse grise qui est probablement le représentant de l'argile boldérienne *Bdc*.

A 175^{m}85 le carnet du sondeur porte l'indication : « grès » ; ce grès est probablement un septaria de l'argile de Boom qui doit commencer vers cette profondeur, car les échantillons 25 à 27 sont composés de l'argile de Boom typique (*R2c*).

L'échantillon 29 est encore composé d'argile de Boom devenue sableuse; comme il n'y a que cet échantillon sur une épaisseur de 40 mètres, nous n'avons pas pu séparer le Rupelien supérieur (*R2c*) du Rupelien inférieur (*R1b*), quoique la présence de quelques petits silex roulés dans l'échantillon 28 à 235^{m}50 de profondeur pourrait nous permettre de placer la base de *R2c* à cette profondeur, si toutefois ces petits silex sont bien à leur place. Nous aurions alors 59^{m}65 d'argile de Boom et 40^{m}50 de Rupelien inférieur *R1b*.

---

[1] A. Rutot, *Sur l'âge des dépôts connus sous les noms de sable de Moll, d'argile de la Campine, etc.* (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 1908, *Mém.*)

Nous n'avons pas pu obtenir l'échantillon n° 30, à 276 mètres de profondeur, composé de sable argileux, mais c'est vers cette profondeur que doit commencer l'étage asschien.

Nous avons cru bien faire de joindre à cette description du sondage une petite coupe Sud-Nord, montrant l'allure des terrains poederlien, diestien, boldérien et rupelien, depuis Anvers jusqu'au sondage de Calmpthoutskenhoek, soit sur une distance, en ligne droite, de 26 kilomètres.

Nous nous sommes servi, pour établir cette coupe, des sondages d'Anvers-Arsenal et d'Anvers-Nord, décrits par van Ertborn et figurés dans la planche VII de son travail : *Les sondages houillers en Campine* (1), ainsi que de la coupe du sondage du Camp de Brasschaet (2), situé à environ moitié chemin entre Anvers et le sondage de Calmpthoutskenhoek.

A l'examen de cette coupe on voit que ces terrains ont une pente générale du Sud au Nord et que cette pente est beaucoup plus forte entre Anvers et Brasschaet qu'entre cette dernière localité et le sondage de Calmpthoutskenhoek.

En effet, le toit de l'argile de Boom se trouve à Anvers-Nord à la cote — 31 et à Brasschaet à la cote — 130, soit une différence de 99 mètres, ce qui correspond à une pente kilométrique de $7^{m}80$ entre Anvers et Brasschaet.

De Brasschaet à Calmpthoutskenhoek il y a une distance de $12^{km}5$.

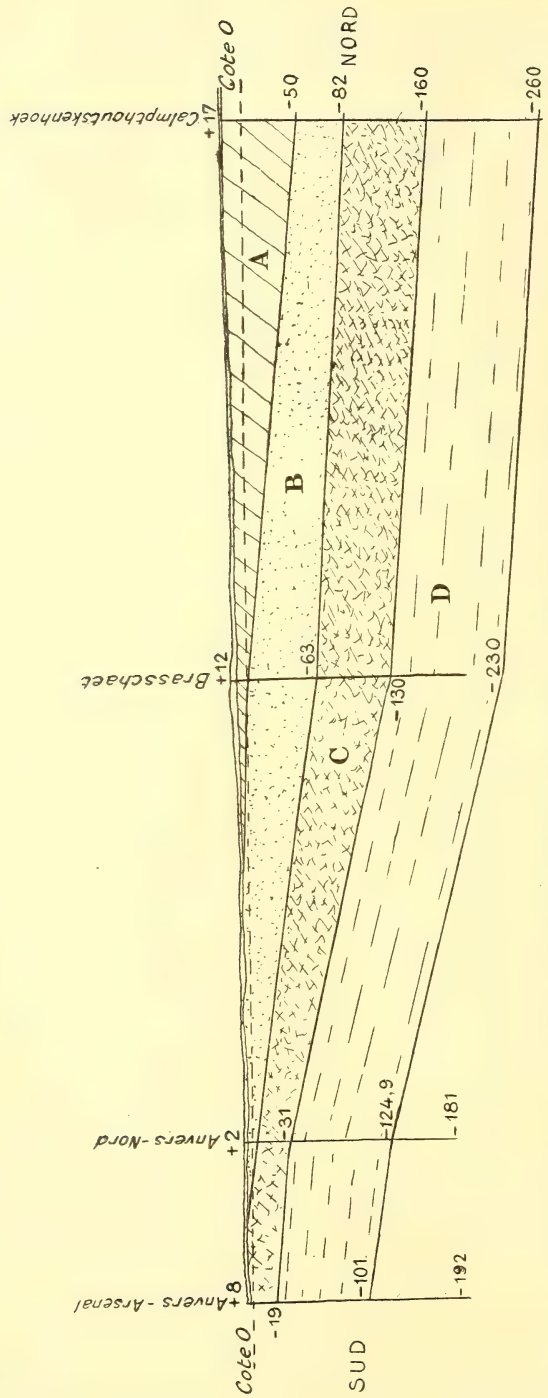
Le toit du Rupelien se trouve à Brasschaet à la cote — 130 et à Calmpthoutskenhoek à la cote — 160, soit une différence de 30 mètres, ce qui correspond à une pente kilométrique de $2^{m}4$ par kilomètre entre Brasschaet et Calmpthoutskenhoek.

On voit par la coupe ci-jointe que les autres terrains suivent la même allure et qu'il y a une forte diminution de la pente de tous les terrains vers le Nord, à partir du sondage de Brasschaet.

---

(1) VAN ERTBORN, *Les sondages houillers en Campine; étude critique et rectificative, etc.* (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., t. XIX, 1905.)

(2) Nous avons reporté le sondage de Brasschaet dans notre coupe sur la ligne droite qui relie le sondage de l'Arsenal à Anvers à celui de Calmpthoutskenhoek.



Coupe montrant l'allure des terrains Poederlien, Diestien, Bolderien et Rupelien, entre Anvers et Esschen.

Echelle { Hauteur 1/100 000. Longueur : 1/40 000.

A = Poederlien.
B = Diestien.
C = Bolderien.
D = Rupelien.

F. Halet. — **Étude géologique et hydrologique des puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs.**

L'ampleur du mémoire consacré à ce sujet ne permet pas à l'auteur d'en donner lecture. Il se borne à communiquer un résumé de quelques pages, qu'il a rédigé spécialement pour la séance.

M. le Président félicite M. Halet de cette belle monographie, dont l'insertion aux *Mémoires* est décidée.

A. Rutot. — **Revision stratigraphique des ossements humains du Quaternaire de l'Europe. — 1re partie : Les crânes de Grenelle et de Clichy.**

M. le Président résume ce travail destiné aux *Memoires*.

La séance est levée à 10 h. 50.

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 15 MARS 1910

Pages.

Décès 93

Haut protectorat de S. M. le Roi 93

Approbation du procès-verbal de la séance de février 94

Correspondance. 94

Dons et envois reçus 95

Présentation et élection d'un nouveau membre. 95

C. Malaise. Les contacts du Silurien et de la porphyrite de Quenast. (*Discussion.*) 96

G. Rasse. Les cours primitifs du Schyn à Anvers. (Inséré aux *Mémoires.*) . . 96

C. Malaise. Sur l'âge de la porphyrite de Quenast 97

C. Van de Wiele. Le Calcaire carbonifère et le Culm 108

L. Marchadier. Effets de la sédimentation sur la limpidité et le titre bactérien des eaux de rivière 121

F. Halet et C. Malaise. Coupe et résultats d'un nouveau puits artésien à Renaix. 124

F. Halet. Coupe géologique du puits de Calmpthoutskenhoek, près Esschen . 128

F. Halet. Étude géologique et hydrologique des puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs. (Inséré aux *Mémoires.*). 133

A. Rutot. Revision stratigraphique des ossements humains du Quaternaire de l'Europe. — Première partie : Les crânes de Grenelle et de Clichy. (Inséré aux *Mémoires.*). 133

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 20 AVRIL 1910

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

Smithsonian Institution
NOV 26 1910
National Museum.

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

SÉANCE MENSUELLE DU 20 AVRIL 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 35 (22 membres sont présents).

Distinctions honorifiques.

M. le Président est heureux de féliciter notre vice-président, M. Mourlon, directeur du Service géologique, membre de l'Académie royale des Sciences, promu aujourd'hui même Commandeur de l'Ordre de Léopold. Cette flatteuse distinction n'honore pas seulement notre vice-président; elle est un témoignage de l'importance du Service géologique, que dirige avec tant d'autorité et de compétence notre savant confrère.

M. Mourlon remercie le Président et les membres de l'Assemblée de leurs félicitations, auxquelles il est particulièrement sensible.

M. le Président annonce ensuite la promotion récente au grade de lieutenant-colonel de notre sympathique confrère E. Cuvelier, examinateur permanent à l'École militaire. A cette occasion, quelques journaux ont rappelé la générosité avec laquelle le savant professeur a fait don à l'École militaire de la magnifique collection de roches qu'il avait rassemblée; ce n'est pas blesser sa modestie que le féliciter de ce beau musée dont il est le véritable créateur.

M. E. Maillieux vient d'être nommé aide-naturaliste au Musée royal d'Histoire naturelle. C'est là une acquisition précieuse pour le Musée où seront mises en valeur les remarquables collections dévoniennes, et pour la Société, à laquelle notre savant collègue pourra présenter oralement ses nombreuses communications.

Approbation du procès-verbal de la séance de mars.

Adopté sans observations.

Correspondance.

M. Maillieux s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

Le directeur de la revue de vulgarisation d'hygiène publique : *L'Eau*, sur l'indication qu'a bien voulu lui donner notre Secrétaire général honoraire, adressera cette revue à notre Société pendant l'année courante. Les numéros en seront déposés sur le bureau à chaque séance. — Remerciements.

IIe Congrès international d'hygiène alimentaire.

Dans le programme de ce Congrès, qui se tiendra à Bruxelles du 4 au 8 octobre 1910, seul celui de la Ve Section ressortit au cadre de nos études; il est transcrit ci-dessous.

(Programme complet à la disposition des membres au Secrétariat.)

Ve Section. — Eaux alimentaires.

Président :

M. le Dr Putzeys, membre de l'Académie royale de Médecine, professeur à l'Université de Liége.

Vice-Présidents :

MM. Deblon, directeur de la Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux.
Hachez, inspecteur principal au Service de Santé et de l'Hygiène.
Kemna, directeur de la Société de la distribution d'eau d'Anvers.

Secrétaires :

MM. Mennes, ingénieur attaché au Service de Santé et de l'Hygiène.
le Dr Schoofs, préparateur à l'Institut d'Hygiène, à Liége.

Questions proposées.

Le fer et le manganèse dans les eaux. — La déferrisation et la démanganisation des eaux potables.

La stérilisation de l'eau potable par l'ozone et par les rayons ultraviolets.

Parallèle entre les résultats obtenus par les filtres submergés et les filtres non submergés.

Eaux de table artificielles et limonades.

Y a-t-il lieu d'en réglementer la fabrication et la vente? Dans quel ordre d'idées?

Congrès pour le perfectionnement du matériel colonial, du 14 au 18 août 1910, à Bruxelles.

(Programme complet à la disposition des membres au Secrétariat.)

BUREAU PROVISOIRE DE LA SECTION IV : MATÉRIEL DES RECHERCHES ET EXPLOITATIONS MINIÈRES.

Président :

M. J. CORNET, professeur à l'École des Mines et Faculté polytechnique du Hainaut et à l'Université de Gand, boulevard Dolez, 86, Mons.

Vice-Présidents :

MM. H. BUTTGENBACH, administrateur-délégué de l'Union minière du Haut-Katanga, Bruxelles.

V. BRIEN, ingénieur au Corps des mines, Liége.

Secrétaire :

M. le capitaine en second HENRY, inspecteur d'État du Congo belge, Mons.

Membres :

MM. BARZIN, ingénieur des mines, au service de la Compagnie du Chemin de fer du Congo supérieur aux Grands-Lacs Africains, Kisidu.

E. BRAIVE, ingénieur des mines, directeur des Mines du Kilo, Kilo.

COART, conservateur au Musée de Tervueren, Tervueren.

KRUSEMAN, ingénieur des mines, Bruxelles.

P. KOSTKA, ingénieur des mines, au service de la Compagnie du Chemin de fer du Bas-Congo au Katanga, Pania-Mutombo.

MAUFROY, idem.

F. F. MATHIEU, ingénieur des mines, Jemappes lez-Mons.

G. PASSAU, ingénieur des mines, au service de la Compagnie du Chemin de fer du Congo supérieur aux Grands-Lacs Africains, Kisidu.

VAN BRÉE, ingénieur à la Société générale de Belgique, Bruxelles.

PROGRAMME DE LA QUATRIÈME SECTION. — MATÉRIEL DES RECHERCHES ET EXPLOITATIONS MINIÈRES.

1° Quelle est la méthode la plus rationnelle à suivre pour arriver à une connaissance rapide des richesses minérales du Congo belge?

2° N'est-il pas désirable que les connaissances déjà acquises sur la géologie et les gîtes du Congo, et les documents qui seront recueillis dans l'avenir, soient centralisés et coordonnés, pour servir de matériaux à une description de la colonie à ces deux points de vue?

3° N'y a-t-il pas lieu de créer en Belgique un enseignement destiné à la formation de prospecteurs-praticiens (distincts des géologues et des ingénieurs des mines)?

Quel devrait être le programme de cet enseignement?

4° N'y a-t-il pas lieu d'encourager la rédaction et la publication d'un manuel pratique, destiné non seulement aux prospecteurs travaillant au Congo, mais aussi aux agents coloniaux qui peuvent s'intéresser à la recherche de matières minérales utiles?

Comment un tel manuel devrait-il être compris?

5° On demande une étude sur le traitement des minerais de cuivre carbonatés, exposant les méthodes employées aujourd'hui et proposant des méthodes nouvelles.

6° Quelles applications l'électro-métallurgie peut-elle trouver dès à présent au Congo?

7° Quelle est la nature génétique des divers gisements de cuivre et d'étain du Congo? Comment se comporteront, en profondeur, les gisements de cuivre reconnus jusqu'ici?

8° Faire une étude sur la situation économique des mines du Katanga vis-à-vis des différentes voies de communication qui y aboutissent ou y parviendront dans un avenir rapproché.

9° Quels gîtes de substances minérales utiles peut-on espérer découvrir au Congo, en dehors de ceux dont la présence y a déjà été signalée?

10° De quels explosifs doit-on recommander l'emploi dans les recherches et les exploitations minières au Congo, au point de vue de l'efficacité, de la conservation et de la sécurité?

Congrès géologique international à Stockholm 1910.

La deuxième circulaire préparatoire du Congrès, trop longue pour être reproduite entièrement, donne un plan détaillé des travaux du Congrès, le programme des excursions diverses, des renseignements sur le séjour à Stockholm et relatifs à l'Exposition géologique.

Il serait désirable qu'un ou plusieurs de nos membres acceptassent de représenter la Société au Congrès. Les délégations doivent être annoncées avant le 1er juin.

Conférence agrogéologique internationale, IIe session. Stockholm 1910.

L'ouverture de la Conférence se fera à Stockholm le 17 août 1910; la séance de clôture aura lieu le 24 août.

Le programme comprendra des discussions relatives aux questions proposées par le Comité Agrogéologique International et des conférences libres annoncées par des membres de la Conférence. Le Comité International des agrogéologues a décidé que les quatre premières questions traitées seraient les suivantes.

1. Nomenclature et classification générale des sols.
2. Fixation d'une échelle concernant la grosseur des grains dans les analyses mécaniques des sols.
3. Préparation des extraits de sols pour les analyses chimiques.
4. Méthode de la cartographie agrogéologique.

Sur les neuf jours que les délégués peuvent passer à Stockholm, et sans compter les excursions qui précèdent et suivent la Conférence, six jours environ sont réservés aux conférences scientifiques et discussions, deux aux excursions ayant pour objet l'examen des sols des environs de Stockholm et les institutions agricoles; un jour reste à la disposition des délégués.

A l'occasion du Congrès géologique international, les ouvrages suivants sont publiés :

The Iron Ore Resources of the World with Atlas. Prix : 3 livres sterling.

Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Prix éventuel : 1 livre sterling au plus.

Un groupe de Géologues belges ayant décidé la publication d'un album de **Documents pour l'étude de la paléontologie du terrain houiller**, a chargé l'Imprimerie Vaillant-Carmanne de son exécution.

La direction de ce travail a été confiée à M. A. Renier, ingénieur au Corps des mines, qui en a eu l'initiative, et dont la compétence en cette matière est connue par ses divers travaux, particulièrement par le mémoire qu'il a consacré aux *Méthodes paléontologiques pour l'étude stratigraphique du terrain houiller.*

MM. les Ingénieurs R. Cambier et H. Deltenre, et M. G. Schmitz, S. J., Directeur du Musée géologique des bassins houillers belges, ont fourni une importante collaboration.

L'album est consacré exclusivement à la flore, mais les auteurs espèrent pouvoir le compléter, quant à la faune, par un second fascicule au cas où le premier aurait le succès attendu. Ils se sont assuré dès à présent le concours éventuel de spécialistes.

L'album comportera environ 120 planches sur fiches. Les échantillons figurés sont de réels types; ils sont nets et démonstratifs. Les clichés photographiques ont été exécutés avec le plus grand soin. Toutes les reproductions sont en phototypie et permettent une étude fouillée à la loupe.

Un texte sommaire, spécialement destiné aux géologues et aux exploitants de charbonnages, sera joint à l'album.

Aux exploitants de mines, cette publication permettra d'utiliser plus effectivement les données paléontologiques. Les albums publiés jusqu'à ce jour sont ou trop sommaires et mal exécutés ou trop volumineux et trop dispendieux. — Les étudiants trouveront dans l'album une vue d'ensemble concrète et précise de la flore carbonifère. — Quant aux spécialistes, ils y remarqueront d'excellentes reproductions de formes jusqu'ici mal figurées. Les échantillons provenant exclusivement du terrain houiller belge, tout au moins pour ce premier fascicule, l'album leur permettra de se faire une idée exacte des caractères paléontologiques de ce terrain. Actuellement, une publication de ce genre fait absolument défaut en Belgique

Nous attirons l'attention des membres de la Société sur le prix extrêmement réduit auquel cet ouvrage est offert : en souscription 10 francs. Après la mise en librairie, ce prix sera porté à 20 francs.

Adresser les souscriptions à l'Imprimerie H. Vaillant-Carmanne (S. A.), 8, rue Saint-Adalbert, à Liége.

Dons et envois reçus.

1° Extraits des publications de la Société :

6051. **Hasse, G.** Quelques notes géologiques sur les forts de Stabroek, Broechem, Massenhoven, Oeleghem, s'Gravenwezel, Brasschaet, Bornhem, Liezele-Puers, Breendonck-Willebroek, Koningshoykt. Pr.-verb. de 1910, pp. 4-12 (2 exemplaires).

6052. **Maillieux, E.** Contribution à l'étude de la faune du Dévonien de Belgique. Première note sur les Spirifères. Mém. de 1909, pp. 323-376. 30 fig. (2 exemplaires).

6053. **Rutot, A.** Les découvertes de M. le professeur V. Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens. Pr.-verb. de 1910, pp. 13-33, 1 fig. (2 exemplaires).

6054. **van den Broeck, E.** Présentation à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, de l'ouvrage intitulé : *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*. Pr.-verb. de 1909, 6 pages. (3 exemplaires).

6055. **Van de Wiele, C.** Les recherches houillères dans les Pays-Bas, d'après : 1° Memoirs of the Government Institute for the Geological Exploration of the Netherlands (Rijksopsporing van delfstoffen); n° 2 by W. A. J. M. van Waterschoot van den Gracht Mr Jur. F. G. S., director of the Service, with contributions of the fossil flora, by Dr W. Jongmans, The Hague, 1909, X pl. et 15 fig.; 2° Jaarverslag der Rijksopsporing van delfstoffen over 1908, 7 fig. Pr.-verb. de 1910, pp. 43-49 et 1 carte. (2 exemplaires).

2° De la part des auteurs :

6056. ... Geological Map of Victoria. Scale 16 Miles to 1 inch. Victoria, 1909 (2 exemplaires).

6057. ... Relazione della Commissione reale incaricata di designare le zone più adatte per la ricostruzione degli abitati colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 o da altri precedenti. Rome, 1909, vol. in-4°, 167 pp., 15 pl. et 4 fig.

6058. **Androussoff, N.** Liste des travaux scientifiques (1883-1909). Extrait in-8° de 30 pages.

6059. **Arctowski, H.** Météorologie. Sur la dynamique des variations climatiques. Paris, 1909. Extr. des *Comptes rendus de l'Inst.* 2 pages.

6060. **Arctowski, H.** Météorologie. Sur les anomalies de la répartition de la pression atmosphérique aux États-Unis. Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus de l'Inst.* 2 pages.

6061. **Delépine, G.** Plis hercyniens à travers le Sud de l'Angleterre et l'Irlande. Paris, 1909. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. IX, pp. 197-199.

6062. **Delépine, G.** Les caractères stratigraphiques du Calcaire carbonifère sur la bordure septentrionale du bassin de Namur. Note préliminaire. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 126-153, 3 fig.

6063. **Delépine, G.** Comparaison entre le Calcaire carbonifère du S.-O. de l'Angleterre et celui du bassin de Namur. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 175-190, 1 fig.

6064. **Delépine, G.** Faunal succession of Carboniferous Limestone, Llantrisant. Londres, 1910. Extr. du *Geolog. Magazine*, decade V, vol. 7, n° 548, pp. 67-70.

6065. **Dollfus, G.**, et **Cotter, B.** Mollusques tertiaires du Portugal. Le Pliocène au Nord du Tage (Plaisancien). 1re partie : Pelecypoda, précédée d'une notice géologique. Lisbonne, 1909. Extr. des publications de la *Comm. du Serv. géol.* 103 pages et 9 planches.

6066. **Hume, W. F.** The Building stones of Cairo Neighbourhood and Upper Egypt. Le Caire, 1910. Extr. des publ. du *Serv. géol.*, n° 16. 92 pages et 9 planches.

6067. **Kilian, W.** Sur les « Vallées glaciaires ». Paris, 1908. Extr. du vol. des *Comptes rendus de l'Assoc. franç. pour l'avanc. des sc.* Congrès de Clermont-Ferrand, pp. 439-440.

6068. **Kilian, W.** Revision des feuilles de Grenoble, Vizille, au 80 000e, et feuilles de Lyon, Vallorcine, Avignon et Marseille, au 320 000e. Paris, 1909. Extr. du *Bull. de la Carte géol.*, n° 122, t. XIX, 9 p., 1 pl. et 1 fig.

6069. **Kilian, W.** Rapport sur l'attribution du prix Fontannes. Paris, 1909. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. IX, pp. 212-217.

6070. **Kilian, W.** Paléontologie. Un nouvel exemple de phénomènes de convergence chez des Ammonitides; sur les origines du groupe de l'*Ammonites bicurvatus* Mich. (sous-genre *Saynella* Kil.). Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus de l'Inst.*, t. CL, pp. 150-152.

6071. **Martinelli, G.** Notizie sui terremoti osservati in Italia durante l'anno 1906. Rome, 1910. Extr. de *R. Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica* (en 2 parties). 521 pages.

6072. **Poskin, A.** La Rabdomancie. Bruxelles, 1910. Extr. de *Ciel et Terre*, 18 pp.

6073. **Dunn, E. J.** Mineral Map of Victoria. Showing principal localities. Victoria, 1909 (2 exemplaires).

Communications des membres.

E. Rahir. — **Les Marmites du vallon du Ninglinspo, de la vallée de l'Ourthe et du ravin du Colebi.**

Le vallon du Ninglinspo, que nous avons baptisé du nom de « Vallon des Chaudières » [1], en raison du grand nombre de cuves creusées par les eaux et qui s'échelonnent dans ses fonds, débouche dans la vallée de l'Amblève, vis-à-vis du hameau de Nonceveux.

Nous ne nous occuperons pas ici du caractère extrêmement pittoresque de ce vallon, — cette description se trouvera dans divers guides, — nous mentionnerons seulement ses aspects physiques et sa nature géologique qui seuls peuvent intéresser l'étude des marmites.

Depuis sa source sur les hauts plateaux des Fagnes — au hameau de Vert-Buisson — jusqu'à son confluent, le ruisseau dit le Ninglinspo s'étend sur une longueur de 3600 mètres. Sur cette courte distance, la dénivellation est d'environ 265 mètres; la pente moyenne du ruisseau est donc voisine de 7 %. Ces chiffres nous montrent que les eaux ont ici un régime torrentiel, c'est-à-dire un régime favorable à la formation des cuves.

Sur son parcours de 3600 mètres, le ruisseau est coupé par trois échelons principaux dont les pentes varient entre 17 et 26 %, et où se creusent les séries de marmites dont nous allons nous occuper.

Il est à remarquer qu'en ces trois points, correspondant à des

---

[1] E. Rahir, *Promenades dans les vallées de l'Amblève et de l'Ourthe*. Bruxelles, 1899.

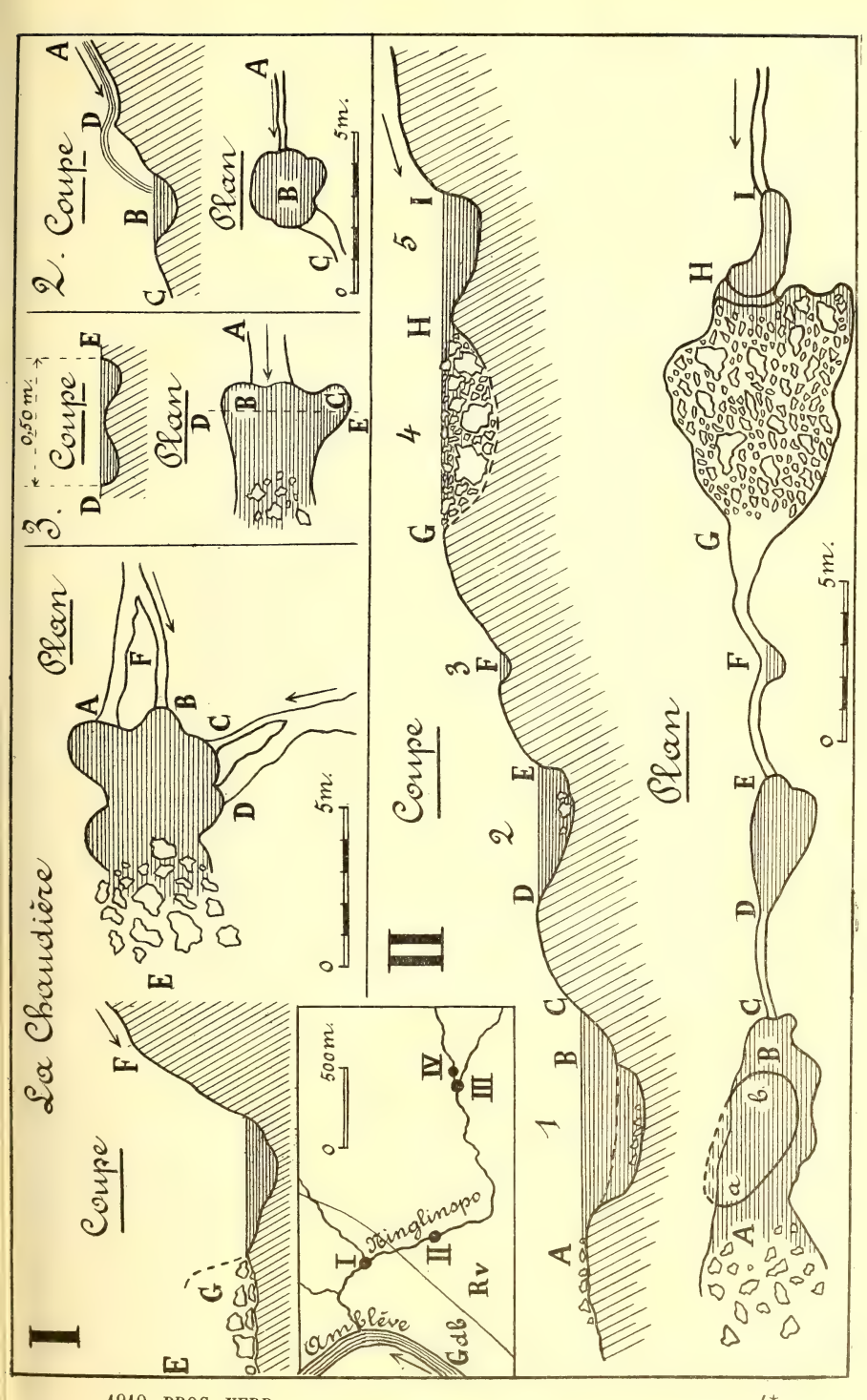


Fig. 1. — Marmites du vallon du Ninglinspo.
I. Premier palier. — II. Deuxième palier.

endroits où la gorge se resserre le plus, la roche est non seulement plus résistante que dans les autres portions du lit du ruisseau, mais qu'elle est aussi infiniment moins fissurée que partout ailleurs dans le vallon. C'est précisément pour ces raisons que l'on y constate des cuves creusées par les eaux, celles-ci ne se formant bien nettement, en effet, que là où la roche homogène et peu fissurée se prête à l'action mécanique des tourbillons.

Fig. 2. — La « Chaudière » [1].

Le sol parcouru par les eaux du Ninglinspo et de ses affluents : les ruisseaux de la Chéra et des Grandes Fanges (voir fig. 1), est formé par les psammites et les schistes du Gedinnien (*Gdb* du Dévonien inférieur) et par les phyllades et quartzo-phyllades du Revinien (*Rv* du Cambrien).

---

[1] Les figures 2 et 7 sont extraites de : *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique,* par E. van den Broeck, E.-A. Martel et E. Rahir. Bruxelles, 1910.

Si nous signalons ici la nature géologique du sol de ce vallon, c'est surtout pour attirer l'attention sur ce fait que les roches dans lesquelles les eaux du Ninglinspo se sont creusé un lit ne sont pas soumises aux actions chimiques (corrosion) des eaux pluviales, comme le sont les roches calcaires du ravin du Colebi, mais seulement aux actions mécaniques du ruisseau.

Abordons maintenant l'examen de chacun des trois paliers signalés précédemment, en commençant par le palier d'aval.

En remontant d'environ 500 mètres le cours parsemé de rocs du Ninglinspo, dont la pente assez régulière est ici voisine de 5 $^1/_2$ °/₀, on arrive à la première cuve du premier palier, cuve bien connue des touristes sous le nom de « la Chaudière ». Son altitude est d'environ 27 mètres au-dessus du confluent du Ninglinspo et de l'Amblève (1).

Cette cuve, qui est creusée dans du schiste rouge d'une riche coloration, est située exactement au confluent des ruisseaux des Grandes Fanges et du Ninglinspo. Très généralement ces deux ruisseaux tombent dans la marmite par les deux points A et D indiqués sur notre plan (fig. 1, I), rarement par le point B et exceptionnellement par le point C. Pendant la période des fortes crues, les ruisseaux s'y précipitent avec violence par les quatre points et même parfois ces quatre chutes n'en forment de nouveau plus que deux, ainsi que le représente la figure 2.

Ce dispositif spécial permet de comprendre aisément l'irrégularité des parois de la marmite, laquelle, en réalité, est constituée très vraisemblablement par la réunion d'une série de cuves, lesquelles se sont rejointes au cours des temps pour n'en plus former qu'une seule dont les dimensions actuelles sont de 3^m50 sur 4^m50.

Il n'est pas impossible non plus qu'à l'origine une seule cuve régulière se soit creusée en ce point et que plus tard, lorsque les ruisseaux s'y précipitaient par plusieurs points, les parois se soient creusées d'une série de cuves secondaires.

L'examen de notre coupe (fig. 1, I) montre que la paroi antérieure de la chaudière (G) a été rompue ou plutôt usée par suite de l'agrandissement progressif de la cuve, ainsi que cela se remarque assez fréquemment. La marmite n'a très généralement, en effet, qu'une durée éphémère, ainsi que l'a démontré si clairement M. J. Brunhes (2); nous n'avons donc pas à insister sur ce point.

---

(1) Toutes nos cotes d'altitude ont pour base ce confluent.

(2) J. Brunhes, *Le travail des eaux courantes. La tactique des tourbillons.* Fribourg, 1902.

Jérôme Pimpurniaux (J. Borgnet), décrivant la Chaudière dans son *Guide du voyageur en Ardenne* (1858), signale que du côté opposé à la chute se trouve une ouverture qui livre passage aux eaux; ce qui pourrait faire supposer que la paroi antérieure existait encore à cette époque. Nous ne le pensons pas, car l'usure est ici très lente et les matériaux de creusement manquent souvent. Nous pensons qu'en 1858 il pouvait y avoir en ce point une accumulation de roches amenées là temporairement à la suite d'un torrent exceptionnel — nous avons constaté plusieurs fois ce fait depuis quinze ans que nous excursionnons fréquemment de ce côté — et que le ruisseau s'échappait alors en très grande partie par un point seulement.

Rappelons, en passant, que les marmites se creusent peu à peu à l'aide de matériaux solides entraînés par les eaux qui, en certains points, effectuent des mouvements giratoires, et que ce creusement se fait principalement par la friction de corps de petites dimensions sur les parois de la roche. Pour plus de détails à ce sujet, nous renvoyons le lecteur au remarquable travail de M. J. Brunhes cité précédemment.

En amont de la Chaudière, en remontant de 35 mètres le lit du ruisseau des Grandes Fanges, à une altitude de 39 mètres (soit 12 mètres au-dessus de la Chaudière), existe une cuve de forme assez régulière (fig. 1, I, *2*) et d'un diamètre d'environ 2 mètres.

En examinant notre plan, l'on remarquera, ici comme à la Chaudière, que cette cuve n'est pas absolument régulière, et cela pour la même raison : les eaux exercent leurs actions mécaniques d'une façon variable suivant l'afflux de la masse liquide.

Très généralement, surtout en été, les eaux y glissent en descendant une surface rocheuse lisse. Pendant les périodes de crues, le ruisseau fortement gonflé se précipite très rapidement vers la cuve, mais, avant d'y arriver, les eaux rencontrant un relief rocheux (voir la coupe en D) sont projetées en l'air pour retomber ensuite en bouillonnant au centre de la cuve. Exceptionnellement les eaux peuvent y arriver par deux points.

Ajoutons que de nos jours cette cuve ne se creuse plus guère qu'aux périodes de fortes crues, ce qui est vrai également pour la majorité des cuves du vallon des Chaudières. Les dépôts végétaux et autres qui, pendant une grande partie de l'année, recouvrent ses parois, prouvent, à toute évidence, que non seulement les eaux tourbillonnantes sont fréquemment peu actives, mais qu'aussi les matériaux de creusement manquent souvent.

A une vingtaine de mètres en amont de la Chaudière, dans le lit

rocheux du Ninglinspo, existe une petite marmite de 0^m50 de diamètre, visible seulement aux très basses eaux et qui est fort intéressante par les curieux mouvements des eaux que l'on peut parfois y observer. Nous nous en occuperons à propos de l'exposé sommaire de diverses expériences faites par nous dans les marmites du vallon.

Deuxième palier. — A près de 500 mètres en amont de la Chaudière, à l'altitude de 67 mètres et dans le lit du Ninglinspo, se creuse une deuxième série de marmites signalées par nous il y a quelques années.

Cette deuxième série constitue, à plus d'un titre, — ainsi que nous allons le voir, — le groupe le plus intéressant du vallon. Les marmites, au nombre de cinq (fig. 1, II), s'échelonnent sur une distance de 35 mètres; la dénivellation entre la cuve supérieure et la cuve inférieure est de 6 mètres. La pente de l'échelon est donc d'environ 17 %.

Ce groupe n'offre nulle part des chutes verticales du ruisseau dans la marmite; celui-ci glisse plus ou moins rapidement sur les parois rocheuses de son lit, suivant des inclinaisons variables, ainsi que le montre notre coupe (fig. 1, II), pour arriver donc à peu près sans bruit dans les cuves.

A l'époque des basses eaux et pendant la période des eaux moyennes, le Ninglinspo ne se déverse dans les marmites que par d'étroits chenaux ouverts dans un roc de nature homogène. Ces étroits chenaux reliant ici les marmites et qui sont parfois creusés assez profondément en certains points, — notamment en leur portion d'aval, — constituent un dispositif caractéristique des divers groupes de chaudières qui s'échelonnent dans le vallon du Ninglinspo. Dans le ravin calcaire du Colebi, nous ne constaterons pas ce même dispositif.

Ce fait est intéressant parce qu'il nous montre que la cuve ne se forme pas à n'importe quel point de la roche, mais seulement en certains endroits favorables à l'action tourbillonnante des eaux, c'est à-dire là où existe un point faible permettant ce genre de creusement mécanique.

Pour s'en rendre compte, il suffit de jeter un coup d'œil sur notre plan et coupe (fig. 1, II). On remarquera que la cuve n° 2 est séparée de la cuve n° 4 par un étroit chenal, long de 8 mètres, et qu'en son milieu, là où le chenal fait une courbe très favorable à la création d'un tourbillonnement, existe une toute petite cuve (dont la profondeur est un peu exagérée sur notre coupe). Les eaux y tournoient très visiblement, — parfois même avec grande force, — mais sans produire une action énergique, parce que, en ce point, la roche ne s'y prête guère, et aussi parce que, en raison de la petite dimension de la cuve, les matériaux

solides amenés d'une façon non permanente par les eaux y sont trop rapidement expulsés.

En amont et en aval de ce point, on remarquera des marmites bien constituées et où le tourbillonnement a produit bien nettement ses effets mécaniques.

Pourquoi les chenaux reliant les cuves dont nous venons de parler, sont-ils si étroits et parfois creusés assez profondément dans la roche? Parce que les eaux, qui sont ici généralement peu abondantes, ont creusé mécaniquement une gorge en miniature en certains points du thalweg du ruisseau, celui-ci ne recouvrant entièrement son lit qu'exceptionnellement. Ajoutons cependant que toutes les surfaces rocheuses frictionnées temporairement par les eaux torrentielles, de même que le lit permanent du ruisseau et les parois des chenaux, sont partout usées par le passage des matières solides en suspension dans l'eau.

D'après nous, ce facteur de creusement par usure due au simple passage des particules rocheuses entraînées par le ruisseau, est dans certains cas, et notamment dans le vallon des Chaudières, tout aussi important et parfois même plus important que le creusement dû au tourbillonnement dans les marmites. En effet, ici l'action mécanique des tourbillons est de nos jours souvent bien faible ou nulle, ainsi que nous aurons l'occasion de le constater.

La marmite n° 1 de la série, d'assez grande dimension et profonde de 2 mètres, est formée de deux cuves superposées (fig. 1, II) dont la plus grande *A-B*, en partie démolie, est irrégulière et dont la plus petite *a-b*, inférieure à la première, de forme ovoïde, est au contraire très régulière. Ce type de marmites superposées, que nous avons remarqué si fréquent dans la grande caverne du Höll Loch, en Suisse [1], est le seul exemple que nous connaissions en Belgique. Ajoutons encore que les tourbillonnements exercent surtout leur action mécanique dans la marmite inférieure, ainsi que nous avons pu le constater expérimentalement.

La cuve n° 2 a la forme d'une poire dont la pointe est orientée vers l'aval.

En amont de la minuscule cuve n° 3, dont nous avons parlé précédemment, existe la cuve la plus grande, mais aussi la plus irrégulière du groupe II (fig. 1, II). Celle-ci offre, comme particularité intéressante, ce fait d'être entièrement remplie par les matériaux rocheux amenés par les eaux du ruisseau.

---

[1] E. Rahir, *Le Höll-Loch (Trou d'Enfer) en Suisse.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., t. XIX, 1905.)

Si elle s'est ainsi remplie et si elle n'est plus, par conséquent, soumise à l'action mécanique des tourbillons, c'est parce qu'elle est devenue trop grande par rapport à la puissance des eaux du Ninglinspo. On comprend aisément que peu à peu de gros, de petits fragments de roches, et même des matières sableuses amenées d'amont, ont fini par l'obstruer complètement. On peut dire que cette marmite est morte, puisque même à la suite des plus fortes averses d'orage, elle reste toujours obstruée. A la suite des très fortes pluies de l'hiver dernier (1909-1910), elle a été quelque peu dégagée vers l'amont, mais bien faiblement, des matériaux qui l'encombraient.

Dans le troisième groupe, que nous allons bientôt examiner, nous pourrons constater que deux grandes marmites commencent à se combler.

La cuve n° 5, qui a une forme courbe assez spéciale, se creuse immédiatement à l'extrémité amont de la grande cuve dont nous venons de parler; elle n'est séparée de celle-ci que par une étroite crête du rocher (fig. 1, coupe II) et sa profondeur dépasse 1 mètre. Parmi les cuves de grandeur moyenne qui s'échelonnent dans le vallon des Chaudières, celle-ci est l'une de celles où les tourbillons sont le plus actifs.

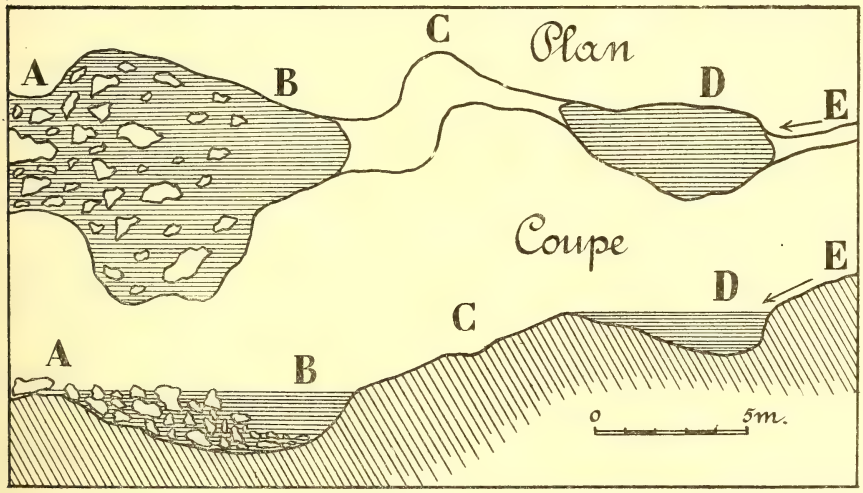


Fig. 3.

A environ 25 mètres en aval du groupe des marmites dont il vient d'être question, s'échelonnent deux cuves (fig. 3) qui sont fort intéressantes par ce fait qu'elles viennent d'être visibles à la suite des fortes pluies de l'hiver dernier (1909-1910).

La cuve A-B était tout à fait invisible précédemment parce qu'elle était alors complètement remplie par les matériaux solides amenés là par les eaux. Il en était à peu près de même pour la cuve D qui, maintenant, est entièrement vidée. Pendant combien de temps sera-t-elle soumise à l'action mécanique des tourbillons? Peut-être plusieurs mois, peut-être plusieurs années. On ne saurait le dire.

Il est à remarquer que si la cuve D, la plus petite des deux, a été entièrement vidée, la plus grande n'a été désobstruée que vers sa partie d'amont, c'est-à-dire là où le choc des eaux était le plus violent.

Cet exemple, ici si caractéristique, de cuves qui se remplissent complètement pour se vider ensuite momentanément, en partie ou totalement, qui se comblent de nouveau et ainsi de suite selon la force des eaux, peut se constater encore en divers points du lit du Ninglinspo.

Nous avons remarqué des marmites de ce genre notamment à une quarantaine de mètres en amont du groupe II, ainsi qu'à quelques centaines de mètres en aval du groupe III.

Signalons encore que presque toutes les marmites que nous venons de voir sont plus profondes vers leur portion amont que vers leur portion aval, parce que c'est précisément en amont que l'action mécanique du tourbillon est la plus énergique.

Troisième palier. — Ce palier, dont l'altitude est de 145 mètres (à sa partie basse), est situé à environ 1 200 mètres en amont du groupe précédent, au point de jonction d'un ruisselet avec le Ninglinspo, et au milieu d'un site pittoresque dénommé « la Fourchette ».

Ici trois marmites, dont deux très importantes, s'échelonnent sur une longueur approximative de 45 mètres, avec dénivellation totale d'une douzaine de mètres; par conséquent, la pente est d'environ 25 %.

Ces marmites (fig. 4, III) sont réunies les unes aux autres par des chenaux longs de 10 et 20 mètres, parfois creusés dans le roc, comme nous l'avons vu précédemment pour le groupe d'aval.

La cuve n° 1, dite « Bain du Cerf », la moins importante des trois, a été complètement amputée de sa paroi antérieure.

Nous avons constaté le même fait à la Chaudière, et la cause est aussi la même action mécanique prolongée.

Cette cuve est reliée à celle immédiatement supérieure par un chenal étroit en certains points et à forte pente [1].

---

[1] Sur nos figures (plan et coupe), ce chenal a été raccourci d'une dizaine de mètres afin que le troisième groupe de cuves pût figurer à la même échelle que les précédents.

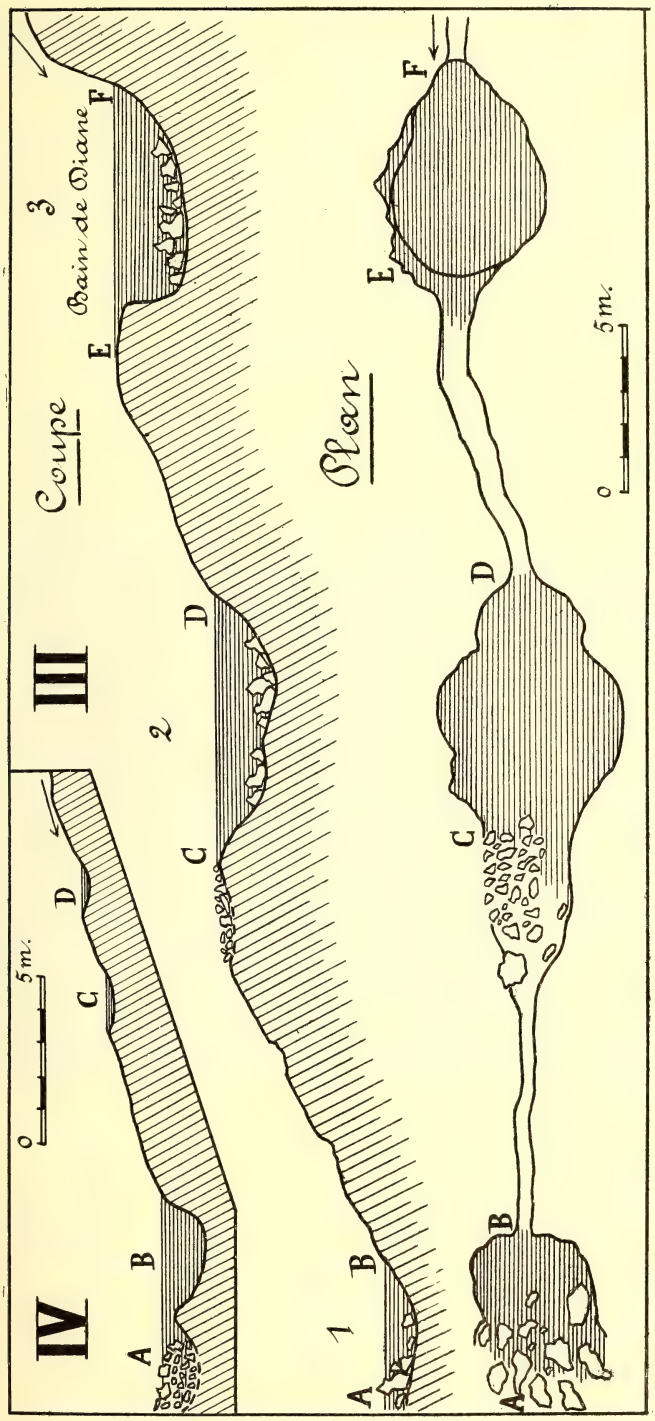


Fig. 4. — Marmites du vallon du Ninglinspo.

III. Troisième palier. — IV. Palier proche du troisième palier, mais établi sur un ruisselet venant déboucher dans le Ninglinspo.

La marmite n° 2, l'une des grandes du vallon des Chaudières, mais qui n'est pas très régulière, atteint une profondeur maximum de 1m80.

La marmite n° 3, bien connue des touristes sous le nom de « Bain de Diane », est au point de vue de ses dimensions et de sa régularité, la plus remarquable du vallon. Sa longueur est de 6m50, sa largeur de 4m50 et sa profondeur maximum de 2m10. En raison de la situation de cette cuve, en pleine lumière, la transparence des eaux paraît ici si grande — sauf en période de crues — que l'œil distingue les moindres détails jusqu'aux parties les plus profondes du bassin.

Ici les eaux se précipitent toujours en une chute verticale d'environ 2 mètres, comme l'indique notre coupe (fig. 4, III), mais le débit du ruisseau est, ajoutons-le, rarement assez abondant pour permettre aux tourbillonnements d'y exercer une action mécanique.

Fig. 5. — Le « Bain de Diane ».

Le fond du « Bain de Diane », de même que celui de la cuve immédiatement inférieure, est occupé par des quartiers de roc assez nombreux, certains assez volumineux, qui ont été amenés là par les eaux torrentielles. En raison de leurs proportions, plusieurs de ces pierres ne peuvent non seulement plus être projetées en dehors des cuves même par les plus puissants mouvements de tourbillonnement, mais elles ne sont plus même remuées par les eaux en giration. Une preuve de la faible

activité des tourbillons nous est fournie ici par ce fait que les gros quartiers de roc descendus dans ces cuves n'ont pas leurs arêtes arrondies par suite d'usure contre les parois.

Les nombreuses visites et observations faites par nous dans ce vallon depuis une quinzaine d'années, nous permettent de dire que ces grandes cuves paraissent en général se combler de plus en plus pour la raison indiquée précédemment : elles sont devenues trop grandes par rapport à la puissance des eaux qui y sont amenées. Nous pouvons même ajouter que les tourbillons sont ici bien souvent si peu actifs que les matériaux de petite dimension ne frictionnent plus qu'exceptionnellement les parois de la cuve, et encore une partie seulement de celles-ci.

Mentionnons encore, en amont du « Bain de Diane », une marmite assez importante, mais qui ne présente pas de particularités spéciales.

Groupe IV. — En remontant le ruisseau qui vient se jeter dans le Ninglinspo à l'endroit dit « la Fourchette », on rencontre un petit groupe de cuves qui mérite d'être signalé.

Quatre cuves s'échelonnent immédiatement en aval d'une roche surplombante désignée sous le nom de « Refuge » (fig. 4, IV).

Les marmites A et B, dont le creusement peut être considéré comme achevé, présentent exactement le même dispositif que celui signalé précédemment au groupe II (nos 4 et 5) ; c'est-à-dire que la marmite d'amont, la plus petite des deux, celle qui reçoit le premier et le plus violent choc des eaux, est vide, tandis que la deuxième, plus importante, est comblée (mais ici en partie seulement). Comme au groupe II, une étroite crête de la roche sépare ces deux cuves.

Les deux petites cuves C et D sont en voie de creusement. Ici l'on remarque très nettement que l'action mécanique est fort lente (certaines portions des parois sont très souvent recouvertes de dépôts végétaux et même de mousses), parce que les matériaux solides ne peuvent pas encore y séjourner assez longtemps pour produire un effet appréciable. Ce fait a été constaté expérimentalement par nous. Or, comme les particules de roches ne sont pas amenées journellement dans les cuves du vallon du Ninglinspo, l'outil de creusement manque souvent.

Terminons maintenant ce que nous avons à dire des marmites du vallon des Chaudières en signalant très sommairement quelques expériences faites par nous sur les mouvements de l'eau dans les chaudières et sur les mouvements — tout différents des précédents — des corps en suspension dans l'eau.

Les matières colorantes que nous avons utilisées pour suivre ces mouvements ne nous ont guère donné de bons résultats, parce qu'elles se répandent bientôt dans la masse des eaux et masquent alors toute observation.

Nous avons employé divers corps solides, de couleur blanche et d'un diamètre suffisant pour nous permettre de les suivre du regard (de 1 à 5 centimètres).

Pour l'une de ces expériences, faite en présence de MM. E. van den Broeck et J. Du Fief, nous nous servîmes d'œufs cuits dépourvus de leurs écailles et lestés au moyen de rondelles de liège, de manière qu'ils pussent flotter entre deux eaux. Nous nous sommes de suite rendu compte que ce flotteur improvisé qui, en raison de son élasticité, rebondissait parfois au contact des parois de la cuve, ne nous donnait qu'imparfaitement l'image réelle du mouvement des eaux. On pouvait cependant constater ainsi le brassage continu de la masse liquide et le mouvement giratoire rapide en forme de spirale autour d'un axe horizontal, lorsque la cuve avait une forme allongée. Pour les cuves de forme circulaire, le tourbillonnement se fait autour d'un axe vertical. Souvent le flotteur arrivait vers le point d'écoulement des eaux hors de la cuve; de là il était brusquement entraîné en arrière, c'est-à-dire vers son point de départ, pour recommencer ensuite son mouvement de rotation. Parfois en mouvement dans la cuve pendant une dizaine de minutes, l'œuf était finalement projeté au dehors.

Ultérieurement, nous avons utilisé pour ces expériences des corps solides blancs non élastiques (des sphères creuses en plâtre); alors les mouvements du flotteur ont été plus réguliers et plus facilement observables, parce que celui-ci ne rebondissait plus au contact des parois de la cuve. On se rendait ainsi mieux compte des multiples mouvements des eaux dévoilés par le corps solide, mouvements si variés et si compliqués qu'il nous serait impossible de les représenter graphiquement.

Ces expériences nous montrent que les eaux tourbillonnent parfois très curieusement dans les cuves, mais elles ne nous indiquent nullement les mouvements des corps solides plus denses que le milieu qui les véhicule, corps qui constituent l'outil par excellence du creusement des cuves.

Pour étudier ces mouvements, nos témoins étaient aussi de petites sphères en plâtre, mais alors plus denses que l'eau, et leur surface était hérissée d'aspérités afin de pouvoir constater, si possible, l'usure due aux frictions contre les parois de la cuve.

Ajoutons ici qu'on ne peut suivre *de visu* le tourbillonnement des corps solides lorsqu'ils ont la densité de la roche, parce que les petits fragments de gravier ou les grains de sable en giration ne sont pas visibles pour l'observateur, et parce que de plus gros fragments de roches ne sont mis en mouvement qu'aux périodes de crues, alors que le bouillonnement et le trouble des eaux masquent tout travail. Les témoins ne peuvent donc pas être trop denses, puisqu'ils doivent avoir un volume suffisant, permettant de les suivre du regard.

Parmi les marmites de grandeur moyenne, celle qui porte le n° 5 (fig. 1, II) se prête généralement assez bien à ce genre d'expériences. Les témoins de densité et de grandeur différentes que nous avons introduits dans cette cuve, et dans d'autres encore, nous ont montré que les corps solides frictionnent les parois, non pas en tourbillonnant plus ou moins régulièrement autour d'un axe horizontal (dans les marmites allongées), comme le fait parfois la masse liquide qui les entraîne, mais en tournoyant approximativement au même niveau, c'est-à-dire autour d'un axe à peu près vertical [1]. Les corps les moins denses et les moins grands usent alors les parois supérieures; les plus denses et les plus grands frictionnent de préférence les parties profondes ou encore restent immobiles au centre de la cuve. Tout cela est conforme aux lois de la pesanteur; nous n'avons donc pas à insister sur ce point.

Nous avons pu suivre parfois pendant longtemps les mouvements de ces témoins et, après quelques heures de tourbillonnement, il nous a été donné de constater — lorsque l'action était suffisamment énergique — que la surface rugueuse de nos témoins présentait des traces bien nettes d'usure.

Signalons encore une curieuse expérience faite dans une minuscule marmite (fig. 1, I, 3) mentionnée précédemment. Cette cuve, de $0^{m}50$ de diamètre et visible seulement aux très basses eaux, est en réalité formée de deux petites cuves jumelles, profondes de 15 à 20 centimètres, placées à droite et à gauche du thalweg du ruisseau. Les témoins entraînés par le ruisseau arrivaient dans la cuve A, y effectuaient des mouvements giratoires pendant un certain temps, puis passaient dans la cuve B, y tourbillonnaient également, pour revenir après dans la cuve A et ainsi de suite jusqu'au moment où ils étaient finalement projetés au dehors.

[1] Suivant la forme et la grandeur des cuves et suivant l'afflux des eaux dans les cuves, ces mouvements se modifient considérablement et varient à l'infini.

Par cette dernière expérience, qui nous offre un curieux exemple des caprices du tourbillonnement des eaux, nous terminerons ce que nous avons à dire des marmites du vallon des Chaudières.

Marmites de la vallée de l'Ourthe.

A quelques centaines de mètres au Sud de la gare de Comblain-au-Pont, dans le haut des superbes roches à Pitain qui bordent l'Ourthe à cet endroit, et à une altitude de 165 à 170 mètres, soit environ 60 mètres au-dessus du niveau de la rivière, nous avons constaté, en 1907, la présence d'une série de marmites tubulées succédant les unes aux autres (fig. 6). Le chenal en forte pente (environ 35 °/₀) qui enserre ces marmites se creuse contre une tranche rocheuse verticale qu'il traverse ensuite par une ouverture en forme de fenêtre, haute de 4 mètres, large de $0^{m}60$ à la base et de $1^{m}50$ à mi-hauteur.

Ces marmites étaient complètement remplies de cailloux roulés, assez généralement plats, amenés là à une époque très ancienne. Il est à remarquer ici que le chenal (voir la coupe transversale, fig. 6) est orienté perpendiculairement à l'axe de la vallée, la partie la plus haute se trouvant vers la rivière, et que même sa partie la plus basse domine le versant, ce qui écarte toute hypothèse de remplissage par le plateau et de remplissage à une époque récente.

Nous avons demandé et obtenu fort aimablement l'autorisation du propriétaire des rochers, M. A. Dalem, maître de carrières, de faire quelques sondages dans cette série de cuves afin de pouvoir apprécier leur importance et de recueillir des échantillons de cailloux à tous les niveaux.

Deux de ces marmites, H et I (fig. 6), ont été fouillées par nous jusqu'à 1 mètre et $1^{m}20$ de profondeur. Les échantillons de cailloux, reconnus identiques aux divers niveaux, ont été soumis à M. M. Mourlon qui a bien voulu les examiner.

D'après M. Mourlon, les cailloux plats qui s'y rencontraient en assez grande quantité paraissent appartenir au Dévonien (probablement au Dévonien inférieur). Les cailloux arrondis de quartz blanc, assez abondants, seraient d'origine cambrienne. Il semblerait assez probable, nous a dit M. Mourlon, que ces cailloux, amenés là au commencement du creusement des vallées, proviendraient — du moins en grande partie — des plateaux de l'Amblève (massif de Stavelot). A noter encore que le Famennien ne paraît pas y être représenté et qu'il n'y a pas de calcaire.

Il nous a paru intéressant de signaler ici ce chenal à marmites, situé à une très haute altitude et qui a été rempli de cailloux à une époque évidemment très reculée. C'est le seul exemple de ce genre constaté par nous au cours de nos nombreuses explorations dans les massifs rocheux de notre pays.

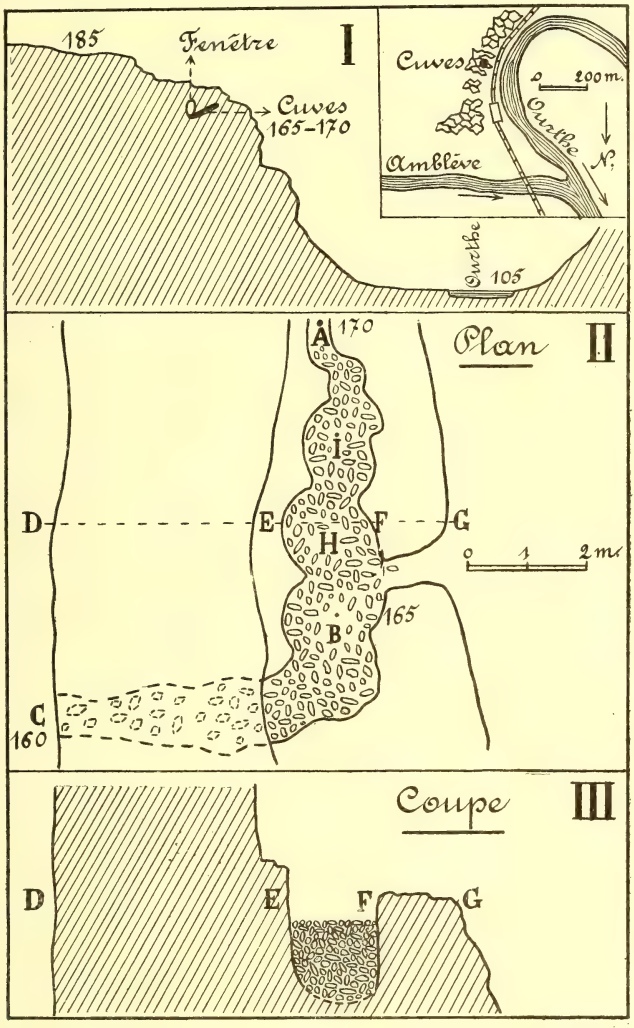


Fig. 6. — Chenal a marmites dans les roches a Pitain.

Dans un autre point de la vallée de l'Ourthe, nous avons remarqué, mais ici au niveau de la rivière, un groupe de marmites que nous signalerons en deux mots. Ces marmites sont creusées dans le Dévo-

nien inférieur (*Cb2a*), assise inférieure composée de quartzophyllades, de grauwackes, de psammites et de grès de Houffalize, dans une roche en forme de table qui s'avance transversalement et de 12 à 15 mètres dans le lit de l'Ourthe. Cette roche, située exactement en face de la crête du Hérou (entre Laroche et Houffalize), forme une barrière qui s'élève en moyenne de 0^m50 à 1 mètre au-dessus du niveau normal des eaux ; elle n'est donc baignée que temporairement par la rivière. Aucune de ces cuves, qui sont en grande partie démantelées, ne dépasse 0^m50 de diamètre.

Nous n'en signalons ici qu'une seule intéressante par sa parfaite régularité et par ses minimes proportions : elle mesure 0^m05 de diamètre et 0^m03 de profondeur.

Ajoutons, pour terminer, que le lit de l'Ourthe entre Laroche et Houffalize est parsemé de blocs de rochers, et qu'entre ces deux points nous ne connaissons pas d'autres marmites que le groupe mentionné ci-dessus.

Cette remarque ne fait que confirmer cette règle générale : La marmite ne se forme qu'en des points d'élection, là où la nature spéciale de la roche (homogène, non fissurée, etc.) se prête à sa formation mécanique. Notre conviction est que le creusement par tourbillonnement des eaux dans les cuves n'est pas et n'a pas été partout aussi fréquent qu'on pourrait le penser et que ce facteur mécanique n'a pas, en général, exercé un rôle prépondérant dans l'ensemble des actions érosives qui ont contribué à approfondir nos vallées.

Ravin du Colebi.

Le ravin du Colebi, qui débouche dans la vallée de la Meuse à 800 mètres en amont du château de Freyr, est creusé dans le Calcaire carbonifère. C'est une gorge sauvage, étroite, bordée de murailles rocheuses.

La figure 7, qui rend bien son caractère, nous dispense d'une description.

En remontant de près de 500 mètres le ravin du Colebi, qui se rétrécit de plus en plus, on se trouve en face d'une barrière rocheuse (fig. 8 en M), haute de 7 mètres, qui coupe transversalement la gorge. En contre bas de cette barrière, on constate une assez importante dépression dans le thalweg du Colebi, due à la chute d'eau qui se précipitait jadis du point M en exerçant une puissante action mécanique.

La pente du thalweg, qui jusqu'ici était d'environ 8 %, est mainte-

nant en moyenne de 27 % pour la distance de 130 mètres sur laquelle s'échelonnent les cuves dont nous allons nous occuper.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte en examinant notre coupe

Fig. 7. — Le ravin du Colebi en aval des marmites.

longitudinale de cette section de ravin (fig. 8), les cuves bien conservées occupent les 50 mètres d'amont de cette portion de la gorge.

Les 100 mètres d'aval, dont la pente moyenne est de 24 %, sont

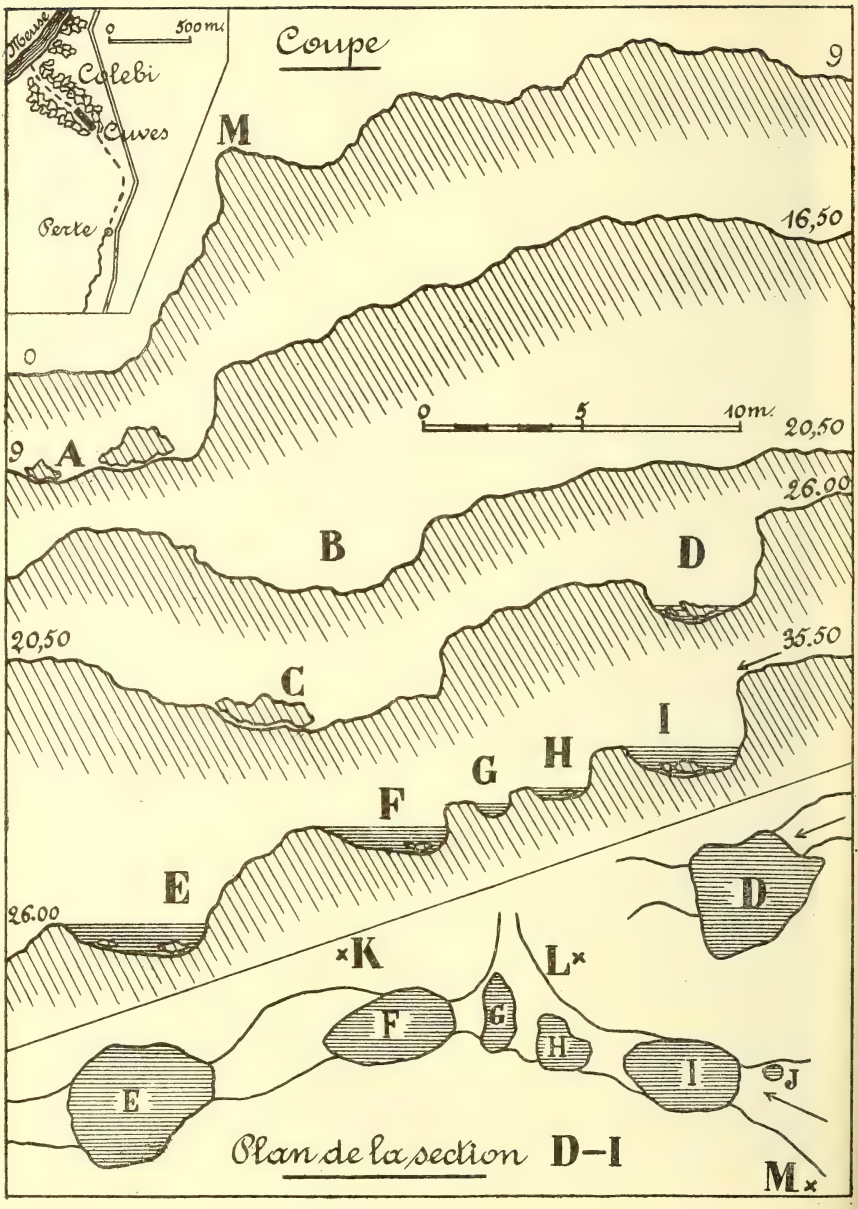


Fig 8. — Coupe longitudinale de la section a marmites du ravin du Colebi.

Le signe × indique l'emplacement de cuves situées à un niveau supérieur à celui des cuves figurées sur le plan.

intéressants par ce fait que l'on y remarque des vestiges d'anciennes cuves ou dépressions. Trois importants fonds de ces anciennes marmites, A, B, C, atteignent 8 et 10 mètres de diamètre et jusque 2 mètres de profondeur.

Nous pouvons dire ici, de même que pour certaines cuves du vallon des Chaudières, que celles-ci étaient devenues trop grandes par rapport à la puissance des eaux pour continuer à s'agrandir. Seulement ici, en plus des intempéries atmosphériques, les eaux pluviales ayant corrodé les parois calcaires de ces anciens fonds de cuve ont effacé toute trace d'usure par les tourbillons d'autrefois.

Si ces fonds ne se sont pas comblés, c'est parce que ce ravin a parfois été occupé par des torrents d'une grande violence, qui emportaient tout sur leur passage.

Au delà du point C (fig. 8), après avoir franchi une barrière verticale haute de 2 mètres, on rencontre la première cuve nettement indiquée (D), au delà de laquelle s'échelonnent une série de cuves sur une distance de 30 mètres environ. La dénivellation entre la cuve inférieure et la cuve supérieure étant de près de 12 mètres, la pente moyenne est ici de 40 °/₀. Le diamètre de cette première cuve est de $3^{m}50$ et sa profondeur de plus de 1 mètre.

Une autre barrière verticale, haute de plus de 2 mètres, s'offre immédiatement au delà, et 10 mètres plus en amont se présente une deuxième cuve (E), à peu près aussi grande, mais moins profonde que la précédente.

Quelques mètres plus loin, on remarque une série de quatre cuves, dont le diamètre et la profondeur varient beaucoup (fig. 8, plan et coupe) et qui ne sont séparées les unes des autres que par d'étroites surélévations du rocher.

Au delà de la marmite d'amont (I) se dresse une dernière barrière rocheuse, haute de 2 mètres, puis les versants du ravin s'élargissent, les rochers disparaissent et la pente du thalweg n'est plus alors que de 2 ou 3 °/₀, pour la distance de 700 mètres qui nous sépare du chantoir de Falmignoul.

Ajoutons que plusieurs fragments d'anciennes cuves se montrent à un niveau supérieur à celui des cuves dont nous venons de parler (fig. 8 en K-L-M), ce qui nous prouve qu'en ce point le mode de creusement par tourbillonnement des eaux dans les cuves était assez général autrefois.

Il est à remarquer aussi (fig. 8, plan de la section D-I) que les marmites ne sont plus reliées ici par d'étroits chenaux ouverts dans la

roche, comme nous l'avons constaté si fréquemment dans le vallon du Ninglinspo.

De nos jours, les marmites du Colebi ne sont plus atteintes que très exceptionnellement par les eaux du ruisseau, qui se perdent complètement dans le chantoir de Falmignoul, ainsi que nous le disions plus haut. Comme conséquence de sa disparition dans le sol, ce ruisseau a laissé inachevé son travail de creusement du ravin et nous laisse voir ainsi les témoins de son œuvre sous la forme des marmites D à I décrites ci-dessus.

Dans le vallon des Chaudières, là où les cuves sont infiniment plus parfaites et aussi beaucoup plus intéressantes qu'au Colebi, l'action mécanique des eaux entrait seule en jeu, tandis que, dans le ravin calcaire du Colebi, l'action chimique vient se joindre à l'action mécanique pour compliquer le mode de creusement des marmites. N'ayant pas étudié spécialement cette action chimique, nous n'en dirons pas plus long sur les cuves du Colebi.

Nous terminerons ces lignes en attirant tout particulièrement l'attention des membres de la Société belge de Géologie sur le vallon des « Chaudières », qui offre des séries de cuves dont l'ensemble est si intéressant au point de vue du mode spécial de creusement qui nous occupe ici, qu'on ne saurait guère en rencontrer de plus instructives dans d'autres vallons.

Discussion.

M. le Président, après avoir remercié et félicité M. Rahir, ajoute qu'il a été intéressé d'entendre dire que le creusement en marmites pouvait ne pas être dû à l'érosion tourbillonnaire, le seul mode d'attaque des roches. Notre savant confrère M. Brunhes, par son plaidoyer chaleureux, avait entraîné chez lui la conviction que le phénomène du creusement des vallées en roches dures par les marmites était universel.

M. E. van den Broeck croit que la thèse de M. Brunhes est bien fondée; les marmites sont le procédé général du creusement; mais ce phénomène est initial et ne se continue pas toujours; lorsqu'on n'en trouve pas, c'est qu'on est dans une phase plus avancée du creusement. Tout au moins dans les calcaires, la marmite constitue toujours l'outil primordial du creusement, et dans les gorges étroites du début.

M. E. Rahir se défend d'avoir attaqué la thèse de M. Brunhes; il

croit que la production de marmites dépend de circonstances favorables; lorsqu'elles se réalisent, le creusement au point où elles agissent est plus puissant qu'ailleurs, où il n'existe pas moins.

M Greindl fait remarquer que les marmites du Ninglinspo sont réunies par des rainures parfaitement rectilignes, creusées par l'eau, ce qui corrobore entièrement les vues de M. Rahir.

A. Poskin. — **La Rabdomancie**. (*Deuxième communication.*)

L'auteur, en déposant sur le bureau son travail, qui sera inséré aux *Mémoires*, annonce à la Société qu'il lui remet, pour la Bibliothèque, le dossier très complet qu'il a réuni sur le sujet; il dépose également le dossier recueilli par notre confrère A. Kemna.

M. Poskin demande que la Société veuille bien donner suite au vœu qu'il a exprimé précédemment et nomme une Commission chargée de vérifier les dires du devin hydrologue, dont il a personnellement constaté maintes fois le succès.

Il voudrait que cette Commission mît le sourcier en présence d'un terrain où le géologue est impuissant à déceler de l'eau; il préconise le terrain primaire du Brabant.

M. van den Broeck croit qu'un terrain très favorable est la craie de Hesbaye, aux environs de la vallée du Geer, où il y a une circulation intense d'eau dans certaines fissures.

M. le Président croit préférable de se confiner dans les roches primaires.

Sur la proposition du Bureau, la Commission sera composée de MM. Halet, Malaise, Poskin et van den Broeck, auxquels se joindront le Président et le Secrétaire général, membres de droit.

G. Cosyns. — **Présentation d'échantillons du contact de la porphyrite de Quenast et du schiste encaissant.**

En vue de l'excursion du 24 avril, M. Cosyns rend compte de quelques recherches préliminaires qu'il a faites; il présente un poudingue à éléments de quartz et de porphyrite, à ciment gréseux, contenant quelques roches énigmatiques.

M. E. Mathieu expose à larges traits l'ensemble des phénomènes que l'on observera dans l'excursion.

M. A. Hankar-Urban discute l'origine du poudingue montré par M. Cosyns; il est porté à le considérer comme gravier yprésien. Ce dernier, plutôt sporadique à Quenast, y est extrêmement varié.

Sur la proposition du Secrétaire général, l'ensemble des observations et remarques de nos savants confrères sera inséré dans un compte rendu d'excursion, qui paraîtra aussitôt que possible.

C. Malaise. — **Sur l'opportunité d'adopter une nouvelle échelle du Silurien, pour la Carte géologique officielle.**

Plus de vingt années se sont écoulées depuis le commencement de l'impression de la Carte géologique de la Belgique au 40 000e.

Un certain nombre de planchettes sont actuellement épuisées. Grâce à l'heureuse initiative de nos deux sociétés géologiques, appuyée par M. le Directeur du Service géologique et par M. le Directeur général des Mines, président de la Commission géologique, on va rééditer les planchettes épuisées, ou sur le point de l'être.

On comprend que, par suite de découvertes faites depuis cette époque ou comme résultat même des levés géologiques, il y ait lieu d'apporter certaines modifications à quelques échelles stratigraphiques.

Pour ce qui nous concerne, le système silurien, dans sa plus large acception, a été l'objet de recherches nombreuses et de découvertes de différents niveaux paléontologiques, qui nous ont fait retrouver presque tous les étages des régions classiques du Pays de Galles. Vous pourrez juger, par cartes et coupes, de la différence qu'il y a entre notre ancienne interprétation et la nouvelle.

Aussi cette revision de la légende paraît s'imposer, et je crois savoir que M. le Directeur du Service géologique et M. le Directeur général des Mines ne sont nullement opposés à une semblable manière de voir.

Je demande, pour le moment, que la Société belge de Géologie veuille bien me prêter son appui moral, en exprimant le vœu qu'il serait très utile pour la science et pour la pratique [1] de faire figurer mes nouvelles divisions sur le nouveau tirage de la Carte géologique. En tout cas elles seraient reportées sur les planchettes au 20 000e du Service géologique.

Discussion.

M. Mourlon croit que la communication de M. Malaise pourrait être faite par tous les collaborateurs de la Carte; tous apporteraient des modifications avantageuses à leurs tracés et divisions si la chose était à

---

[1] Je dis « pratique » parce que plus les divisions seront multipliées et plus les substances indiquées seront faciles à trouver.

refaire, à commencer par lui-même, qui s'est spécialisé dans la monographie du Famennien. Mais il lui semble qu'il est une œuvre bien plus importante. Notre Carte géologique, si flatteusement appréciée à l'étranger, manque de *Textes explicatifs*. La publication de ceux-ci n'est-elle point l'œuvre urgente à entreprendre? C'est dans cette voie que s'est engagé le Service géologique, et l'on en verra les résultats partiels dans le compartiment du Service à la Section des Sciences de l'Exposition

M. Malaise, dans une introduction au texte des planchettes qui le concernent, pourra présenter son échelle nouvelle en corrélation avec l'ancienne; il aura la faculté de mettre au point les planchettes au 20 000e déposées au Service.

L'essentiel, dans l'intérêt de la science, consiste à compléter la grande œuvre existante de la Carte géologique au 40 000e, à sauver toute la « documentation », qui permettra d'élaborer plus tard une nouvelle édition. Quant aux échelles stratigraphiques, elles sont certes perfectibles, mais il est hautement désirable de les modifier le moins possible.

E. Maillieux. — **Remarques sur la faune et l'horizon stratigraphique de quelques gîtes fossilifères infra-dévoniens.**

En l'absence de M. Maillieux, empêché d'assister à la séance, le Secrétaire expose les résultats de ce travail, destiné aux *Mémoires*.

La séance est levée à 18 h. 45.

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 20 AVRIL 1910

Pages.

Distinctions honorifiques 135

Approbation du procès-verbal de la séance de mars 135

Correspondance. 135

IIe Congrès international d'hygiène alimentaire 136

Congrès pour le perfectionnement du matériel colonial, du 14 au 18 août 1910 à Bruxelles 137

Congrès géologique international, à Stockholm 138

Conférence agrogéologique internationale, IIe session, Stockholm, 1910 . . . 138

Dons et envois reçus 140

E. Rahir. Les Marmites du vallon du Ninglinspo, de la vallée de l'Ourthe et du ravin de Colebi 142

Discussion 162

A. Poskin. La Rabdomancie. (*Deuxième communication.*) (Inséré aux *Mémoires.*) 163

G. Cosyns. Présentation d'échantillons du contact de la porphyrite de Quenast et du schiste encaissant 163

C. Malaise. Sur l'opportunité d'adopter une nouvelle échelle du Silurien pour la Carte géologique officielle 164

Discussion 164

E. Maillieux. Remarques sur la faune et l'horizon stratigraphique de quelques gîtes fossilifères infra-dévoniens. (Inséré aux *Mémoires.*) 165

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 17 MAI 1910

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

Smithsonian Institution,
NOV 26 1910
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

SÉANCE MENSUELLE DU 17 MAI 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 35.

Approbation du procès-verbal de la séance d'avril.

M. le Président demande si quelqu'un a des observations à présenter.

M. Putzeys. — Ce n'est pas sans éprouver un réel sentiment de surprise que j'ai lu dans le procès-verbal de la dernière séance qu'une Commission avait été désignée à l'effet de mettre à l'épreuve le savoir-faire d'un *manieur de baguette divinatoire !*

La lecture de la première communication de M. le Dr Poskin sur la Rabdomancie m'avait — je n'ai pas à m'en cacher — produit une fâcheuse impression. Cette communication me paraissait mieux désignée pour prendre place dans un journal de fervents des tables tournantes que dans les mémoires d'une société qui s'occupe de sciences naturelles. En disant, à plusieurs reprises, que les faits qu'il rapportait ont un caractère « *troublant* » (?), notre honorable collègue semblait les avoir pris au sérieux. La dernière communication pourrait donner à croire que l'expression a dépassé sa pensée, si, comme conclusion, il n'avait pas proposé de mettre à l'épreuve l'opérateur qui a « travaillé » sous ses yeux.

Si je n'avais consulté que mes convenances et ma tranquillité personnelles, je me serais contenté de hausser les épaules, parce que je sais, par expérience, que lutter pour combattre un mensonge sans cesse renaissant et se présentant chaque fois plus audacieux, c'est folie. Mais la réflexion aidant, j'ai pensé, Messieurs, qu'il y va du bon renom de la Société belge de Géologie et d'Hydrologie. Je me suis dit que si aucune voix ne s'élevait pour déclarer que nous ne prenons pas au sérieux le charlatanisme des faiseurs et la naïveté des illuminés, nous donnerions droit de cité, dans nos *Mémoires,* au mensonge et à l'erreur.

J'expose mon sentiment sans réticences, parce que j'estime qu'on fait trop beau jeu aux exploiteurs de la crédulité publique lorsque, sous prétexte de tolérance, des hommes de science acceptent de contrôler des faits relevant, soit d'une imagination maladive, soit du tribunal correctionnel.

Aussi longtemps que les honnêtes gens n'opposeront pas la fermeté à l'audace des fripons, ils consentiront à leur servir de proie.

Rien n'est plus difficile que de lutter contre le mensonge, car la lutte se fait à armes inégales. Le seul moyen d'en avoir raison, c'est de refuser systématiquement de participer aux expériences auxquelles le puffisme nous convie. Accepter d'assister à des séances d'occultisme, de tables tournantes, de manœuvres de baguette divinatoire, est un acte de faiblesse qui sera exploité sans scrupule et sans vergogne par les faiseurs. Ils ne se feront pas faute de dire aux esprits faibles qui forment l'immense majorité : « Vous n'avez pas le droit de douter, puisque M. Untel, le savant, le géologue ou l'hydrologue dont vous connaissez le nom, a jugé les faits que j'annonçais tellement *troublants* qu'il a désiré faire partie du groupe appelé à contrôler mes affirmations. » C'est en glissant sur cette pente qu'une société qui a pour objectif l'avancement de la science se fait l'apôtre de l'ignorance et, fait plus grave, se rendrait, involontairement, complice d'actes d'escroquerie.

Deux années à peine nous séparent du moment où nous pourrons fêter le XXVe anniversaire de la fondation de la Société belge de Géologie et d'Hydrologie. Pendant un quart de siècle, par conséquent, unis dans un effort commun, nous avons tâché d'introduire dans les esprits cette notion fort simple que les recherches d'eau souterraine ne peuvent être faites avec succès qu'en s'appuyant sur la géologie.

Précisément parce qu'elle est d'une simplicité extrême, cette idée n'a pas été acceptée jusqu'ici par tous, car l'esprit humain est enclin à accueillir le merveilleux de préférence au positif. On s'explique ainsi pourquoi les charlatans ont si beau jeu et pourquoi les hommes de science sont si peu écoutés.

Entre l'avis de deux hommes, dont l'un se rendra sur le terrain, ayant pour simple bagage une carte géologique, et dont l'autre, l'air inspiré comme la Pythie sur son trépied, parcourra le pays, la main armée d'une baguette de coudrier ou encore d'un « multiplicateur de puissance » (!!), le choix ne sera pas douteux.

A une société qui a à son actif le fruit d'un labeur incessant, on vient de proposer d'ajouter au trésor qu'elle a amassé pendant près d'un quart de siècle, en écartant avec un soin jaloux tout ce qui

sentait l'empirisme, on vient proposer, dis-je, d'ajouter de la fausse monnaie...

Ne sentez-vous pas, Messieurs, le discrédit que vous jetteriez sur nos travaux, si, par complaisance, vous acceptiez l'offre qui vous est faite de contrôler les actes d'un illuminé, fût-il pharmacien?

Je me refuse à croire que la Rabdomancie rencontre des adeptes dans notre Société; aussi j'estime qu'il y a lieu de revenir sur un vote que je suis tenté d'appeler « de complaisance ».

Aujourd'hui même on nous annonce le dépôt d'un mémoire d'hydrologie dû à M. Richert. Allons-nous, au moment où nous ouvrirons nos colonnes à un travail purement scientifique, imprimer, parallèlement, une étude sur la Rabdomancie? Cela n'est vraiment pas possible, et dussé-je être le seul à émettre un vote négatif, c'est pour la négative que je me prononce dès à présent.

M. le Président croit qu'il est de son devoir de déclarer qu'il partage l'avis de M. Putzeys, et sa conviction est que la meilleure « baguette divinatoire » est et restera l'application rigoureuse des données de la géologie et de l'hydrologie.

Si les membres qui ont assisté à la dernière séance ont accepté la constitution d'une Commission, c'est surtout par esprit de tolérance et de bonne confraternité.

Ils n'ont pas cru un instant se départir de l'idée qu'il s'agissait d'un contrôle sérieux et non d'un acte de complaisance.

Toutefois M. Putzeys vient de nous faire comprendre qu'il y aurait peut-être un inconvénient grave à constituer la Commission, car ce serait, aux yeux de certains, reconnaître *a priori* que la Société admet le procédé divinatoire comme présentant un fond de réalité sur lequel on voudrait l'éclairer.

Cependant, la Commission étant nommée, il est difficile de défaire ce qui a été fait, et dès lors, à sa première réunion, après lecture de la note de M. le Dr Poskin, les membres auront pour première occupation de voir si leur mission est justifiée à leurs propres yeux, si dans le mémoire de M. le Dr Poskin il existe réellement des faits troublants, et ainsi ils jugeront de ce qu'il y aura lieu de faire dans la suite.

Le Secrétaire général croit aussi qu'il appartiendra à la Commission de décider s'il y a lieu de contrôler les expériences, comme le demande le Dr Poskin.

Pour le surplus, la Société est actuellement en possession de si nom-

breux travaux originaux que des arguments d'ordre financier s'opposent à toute reproduction d'articles déjà publiés; tel est le cas pour une grande partie du travail de M. Poskin, dont l'importante documentation pourra toujours être consultée à la Bibliothèque, puisqu'il a bien voulu en faire don à la Société.

Il se hâtera de donner communication du mémoire de M. Poskin aux membres qui ont accepté de faire partie de la Commission nommée à sa demande.

Erratum. — M. le Président fait observer, au sujet de la discussion page 162, qu'une inversion d'un membre de phrase a rendu son opinion inintelligible. *Il faut lire* :

M. le Président, après avoir remercié et félicité M. Rahir, ajoute qu'il a été intéressé d'entendre dire que le creusement en marmites, dû à l'érosion tourbillonnaire, pouvait ne pas être le seul mode d'attaque des roches. Etc., etc.

Congrès scientifique international américain.

Ce Congrès se tiendra à Buenos-Aires, du 10 au 25 juillet 1910. Notre confrère M. J.-C. Thierry, ingénieur des mines à Buenos-Aires, a bien voulu s'offrir pour présenter les travaux que ses collègues d'Europe voudraient lui envoyer.

Ci-dessous le programme de la section des sciences géologiques :

SECTION DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

I. Sous-section de la Géologie.

1. Hydrologie souterraine.
2. Gisements pétrolifères américains.
3. Puits artésiens; matériel de perforation.
4. Loess américain.
5. Relations du Tertiaire américain.
6. Formations glaciales américaines.

II. Sous-section de la Paléontologie.

1. Vertébrés mésozoïques.
2. Relations de la faune fossile du Crétacé et du Tertiaire dans les Amériques du Nord et du Sud.
3. Etat actuel de la Paléofitologie américaine.
4. Développement et évolution des Primates en Amérique.

III. Sous-section de Minéralogie et des Mines.

1. État actuel des mines en Amérique; leur avenir; renseignements statistiques; principales exploitations.
2. Exploitation du cuivre.
3. Exploitation du salpêtre.
4. Salines.
5. Instruments et méthodes pour découvrir les couches d'eau et les gisements miniers en général.
6. Application des machines perforatrices à la reconnaissance et à l'exploitation de l'eau, du pétrole et des autres gisements minéraux. Conditions des perforations à de grandes profondeurs.
7. Application des moteurs électriques et d'air comprimé dans l'exploitation des mines. Leur emploi en cas d'insuffisance de la main-d'œuvre.
8. Méthodes économiques de remblayage et de boisage. Cas dans lesquels on ne peut pas employer du bois.
9. Exploitation, application et méthodes de mise en valeur des produits miniers. En particulier : Pierres de construction et d'ornement; minéraux pour fertiliser; tourbe, lignite, charbon bitumineux; pétrole, son utilisation comme combustible industriel et son emploi dans la métallurgie.
10. Application de l'électricité à la métallurgie et à la préparation du fer, du cuivre, de l'or, etc.
11. Conditions de la main-d'œuvre dans les mines. Mesures tendant à lutter contre son insuffisance. Législation.

IV. Sous-section de la Séismologie.

1. Stations séismologiques américaines.
2. Stations séismiques, instruments et méthodes d'observation.
3. Avantages de l'uniformité dans les observations et leur communication réciproque.
4. Fréquence chronologique des tremblements de terre américains.
5 Relations des tremblements de terre avec d'autres phénomènes physiques.
6. Détermination des épicentres.
7. Les points les plus faibles de l'écorce terrestre et de la région subocéanique.
8. Déductions théoriques sur l'écorce terrestre.
9. Vélocité de l'onde séismique.

Exposition internationale d'Hygiène Dresde 1911.

Le Comité de la section scientifique de cette Exposition engage notre Société à y participer.

Le programme très étendu de cette Exposition semble indiquer un

effort remarquable et du plus haut intérêt; tous les objets y seront groupés dans un ordre scientifique, de façon à faciliter l'étude.

Le programme complet et des bulletins d'adhésion sont à la disposition de nos confrères au Secrétariat; l'admission à la section scientifique est gratuite; le dernier délai d'inscription est fixé au 1er juillet 1910.

Ci-dessous des extraits du programme :

C. — Sol.

Formation des couches géologiques et du terrain de culture.

Structure et propriétés des couches du sol.
Grosseur du grain — Volume des pores — Capacité — Capillarité — Perméabilité — Absorption — Attraction des surfaces.

Température du sol.

Air du sol.

Substances organiques et microorganismes dans le sol.
Appareils pour la prise d'échantillons.

Rapports entre le sol et l'eau.

Rapports entre le sol et les maladies (voir aussi Maladies contagieuses).

D. — Eau.

Apparition de l'eau dans la nature.
Eau de pluie — Eau souterraine et eau de source — Eau de rivière et d'étang — Eau de mer.

Qualités requises pour l'eau potable.

Qualités requises pour l'eau destinée aux usages économiques, domestiques et industriels.

Examen et critique de l'eau.
Physiquement — Chimiquement — Crudité.
Bactériologiquement — Flore et faune.

Eloignement des impuretés dans l'eau (voir aussi Approvisionnement en eau).
Eaux minérales — Glace.

ANNEXE. — Balnéologie.

F. — Approvisionnement d'eau.

Approvisionnement isolé.

Citernes — Puits maçonnés et puits tubés — Fontaines et puits — Puits artésiens.
Infection et souillures des puits — Amélioration des puits.

Approvisionnement central.

Places de prises d'eau.

Aménagement des sources — Galeries drainantes — Fontaines centrales et fontaines par séries — Production artificielle d'eau souterraine — Barrages — Etangs — Lacs — Ruisseaux et rivières.

Dispositions des conduites jusqu'au point d'écoulement.

Leviers — Puits de réception — Installations pour élévation d'eau et pompes — Réservoirs — Réseau de distribution — Bornes-fontaines et bouches d'eau publiques — Raccordement à domicile — Compteurs à eau — Bouches d'eau d'intérieur.

Traitement de l'eau qui n'est pas indemne d'impuretés provenant de :

Dissolution de plomb — Rouille des tuyaux de fer — Attaques sur des combinaisons calcaires — Présence de fer — Manganèse — Chaux — Acide sulfurique — Substances troublantes, colorantes et sapides — Plantes aquatiques (algues) — Animaux aquatiques — Microorganismes.

Présence d'agents infectieux et poisons.

Procédés de purification et de stérilisation.

Procédés de sédimentation

avec ou sans addition d'agents chimiques.

Filtration.

En grand : qualités réclamées pour la filtration. — Les différentes sortes d'installations de filtrations et leurs exploitations — Filtration lente — Filtration rapide — Filtration naturelle.

En petit : filtres de famille et filtres spéciaux.

Ozonisation de l'eau.

Ebullition de l'eau.

En grand — En petit.

Méthodes chimiques de stérilisation de l'eau.

Contrôle de l'approvisionnement d'eau.

Surveillance du terrain distributeur d'eau.

Surveillance des environs les plus proches de l'installation de la prise d'eau.

Surveillance de l'installation d'ensemble, du puisement et de la conduite.

Surveillance de la quantité et de la propriété de l'eau.

Prise d'échantillons d'eau.

Appréciation des résultats de l'examen local, bactériologique et chimique.

Correspondance.

1. M. E. van den Broeck s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

2. La librairie Armand Colin fait hommage à la Société du fascicule 2 du tome II du *Traité de Géologie* de M. E. Haug. Ce fascicule a trait aux périodes jurassique et crétacée.

3. M. A. Kemna envoie le numéro du 15-20 avril 1910 de la *Revue économique internationale* (4, rue du Parlement, Bruxelles).

Ce fascicule est presque entièrement consacré à l'étude du cycle de l'eau. Nous croyons intéresser nos confrères en donnant la table des matières de cet ensemble d'articles :

I. — L'eau potable.

Introduction. — Le filtrage au sable (Ad. Kemna).

Procédés physiques et chimiques pour la stérilisation des eaux en grand (Dr Imbeaux).

Décantation et filtration des eaux de rivière (Dr A.-C. Houston).

II. — L'eau d'égout.

L'assainissement des villes et des campagnes par le traitement biologique des eaux d'égout (Dr A. Calmette).

La circulation de l'eau dans le sol et le sous-sol (R. d'Andrimont).

Le lac d'Hofstade (Cl. Van Bogaert).

4. L'Union typographique et d'éditions de Turin édite : *L'Évolution biologique et humaine. Essai synthétique et considérations,* de notre éminent confrère le Dr Federico Sacco. Un volume in-4° de VIII-450 pages, avec tableaux, 10 francs. On peut souscrire à la librairie Ch. Béranger, 21, rue de la Régence, Liége.

Dons et envois reçus.

1° Périodique nouveau :

6074. *L'Eau.* Asnières (Seine), 1910, nos 1, 2, 3.

2° De la part des auteurs :

6075. ... Dossier relatif à la Rabdomancie. (Réuni par le Dr A. Poskin.)

6076. ... Bulletin n° 1 du Congrès scientifique international américain. Buenos-Aires, 1910. Brochure in-8° de 53 pages.

6077. **Ball, S.-H.**, et **Shaler, M.-K.**, Mining-conditions in the Belgian Congo (Congo Free State). New-York, 1910. Extrait des *Trans. of the Amer. Inst. of Mining Ing.*, 31 pages et 10 figures.

6078. **Klein, W.-C.**, Grundzüge der Geologie des süd-Limburgischen Kohlengebietes. Bonn, 1909. Extrait des *Berichten des Nied. Geol. Vereins*, pp. 69-90, pl. VI-VII et 1 fig.

6079. **Matthew, G.-F.**, Remarkable forms of the Little River group. Ottawa, 1910. Extrait des *Trans. of the Royal Soc. of Canada*, vol. III, sect. IV, pp. 115-125 et 1 pl.

6080. **Matthew, G.-F.**, Revision of the flora of the Little River, group n° II. Ottawa, 1910. Extrait des *Trans. of the Royal Soc. of Canada*, vol. III, sect. IV, pp. 77-113 et 6 pl.

6081. **Matthew, G.-F.**, The geological age of the Little River group. Ottawa, 1910. Extrait des *Trans. of the Royal Soc. of Canada*, vol. III, sect. IV, pp. 67-75 et 1 carte.

5436. **Haug, E.**, Traité de Géologie. II. Les périodes géologiques, 2e fasc. Paris, 1910, vol. in-8° de 918 pages avec 396 figures et cartes dans le texte, 48 planches et 2 cartes. (Don de l'éditeur A. Colin.)

Élection de nouveaux membres effectifs.

Sont élus membres effectifs par le vote unanime de l'Assemblée :

MM. Cornet, Jules, directeur des Nouvelles Carrières du Brabant, à Quenast, 121, rue de la Source, à Saint-Gilles, présenté par MM. Hankar-Urban et Greindl.

Oor, Robert, sous-lieutenant au régiment des grenadiers, 74, avenue du Vert-Chasseur, à Uccle, présenté par MM. Gilbert et Rutot.

Communications des membres.

P. Gröber. — **Résultats tectoniques d'un voyage en Asie centrale.**

L'auteur expose la thèse tectonique qu'il vient de publier dans une revue scientifique allemande et qu'il compte donner en langue française aux *Mémoires* de la Société.

P. Gröber. — **Comparaison des zones du Carboniférien de la bande des Écaussines et de la région de Modave.**

Cette étude, suite des travaux exposés par l'auteur à la séance de janvier, est destinée aux *Mémoires*.

G. Richert. — **Traité d'Hydrologie.**

L'Administration des Chemins de fer n'a pas délivré au Secrétariat le travail de M. Richert, annoncé depuis quelques jours. Ce travail sera résumé à la séance de juin.

G. Cosyns. — **Note sur le gisement de calcite et d'anthracite du Calcaire viséen des carrières des fours à chaux de Richelle.**

Le Calcaire viséen forme un massif d'une cinquantaine de mètres de puissance, entre Visé et Richelle, et est bien visible de la halte de Souvré jusqu'au pont d'Argenteau.

Au début, le Calcaire est nettement stratifié en gros bancs séparés par d'importantes intercalations argileuses; peu à peu la stratification s'atténue, des joints et des brisures verticales se montrent distinctement.

A certains endroits, la roche est compacte et homogène; à d'autres endroits, elle est nettement bréchiforme; enfin par places, une stratification horizontale reparaît, souvent limitée par des brisures verticales. On constate la présence de puits verticaux à section ellipsoïdale; notamment dans l'importante carrière [1] des fours à chaux de Richelle, on peut en voir un bel exemple, rempli d'un limon ocreux, de nombreux blocs de calcaire corrodé et divers minéraux tels que: delvauxine, allophane, richellite, gypse, sulfate de baryte, pyrite pseudomorphosée en limonite, malachite, cuprite, etc.

Le Calcaire viséen contient de nombreux minéraux; les travaux publiés à leur sujet sont trop nombreux pour pouvoir être tous cités; je signalerai ici quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire sur les minéraux :

1° Le calcaire bien stratifié situé entre Souvré et la première carrière, ne m'a pas montré d'imprégnation de chalcopyrite, de malachite, de nodules de charbon, etc.; la calcite géodique cristallise ici en scalénoèdres absolument purs;

2° Le calcaire compact, non bréchiforme, m'a donné de nombreux cristaux de calcite se présentant sous la forme du rhomboèdre primitif, sans combinaisons; j'ai observé plusieurs géodes tapissées de petits rhomboèdres et contenant au centre un très gros rhomboèdre (100) dépassant parfois 6 centimètres de côté.

---

[1] Je profite de cette note pour adresser à l'aimable directeur des carrières de Richelle, pour l'excellent accueil qu'il réserve aux visiteurs, mes plus vifs remerciements.

Ces cristaux sont rarement purs, ils montrent une structure zonaire très nette, les couches d'accroissement étant soulignées par de minuscules cristaux de marcassite et de pyrite cuivreuse;

3° Le calcaire bréchiforme formé de morceaux de calcaire anguleux de toutes dimensions et soudés les uns aux autres par un ciment calcaire très minéralisé et très charbonneux.

Les fragments de calcaire ne laissent que fort peu de résidu à la dissolution dans les acides, tandis que le ciment enrobant en abandonne trois fois plus (carbone, sulfure, quartz, argile).

C'est dans ce calcaire bréchiforme que j'ai recueilli le plus grand nombre d'espèces de minéraux.

Calcite. — C'est, je pense, la carrière des fours à chaux de Richelle qui fournit actuellement les cristaux de calcite les plus intéressants.

CO^3Ca a dû cristalliser à diverses époques et dans diverses conditions. On trouve d'abord des rhomboèdres purs, limpides, sans inclusions, mais ces cristaux sont souvent noyés dans une masse charbonneuse qui les moule intimement. Ensuite, on observe les mêmes rhomboèdres, mais complètement pétris d'inclusions charbonneuses et de divers minéraux sulfurés.

En outre, on trouve des cristaux dont le cœur est souvent de structure zonaire, plein d'enclaves charbonneuses et autres, mais dont les dernières couches sont limpides et ont cristallisé sans être troublées par la venue d'impuretés. Enfin on trouve des cristaux complètement purs implantés sur les matières charbonneuses et pyriteuses.

On en conclut que la calcite a cristallisé avant, pendant et après la venue et la formation des carbures. La période d'injection de ces matières hydrocarbonées a dû être fort limitée.

Parmi les cristaux de calcite que j'ai recueillis, je signalerai un rhomboèdre primitif (100) dont les arêtes terminales portent les biseaux (310) (410), les arêtes latérales sont arrondies par les troncatures (210) (310?) (410?), plus divers scalénoèdres et rhomboèdres dont les faces, quoique très petites, ont un brillant parfait et sont mesurables.

Ces cristaux feront l'objet d'une note où les mesures seront consignées avec la discussion des faces.

Les enclaves charbonneuses. — Elles se présentent :

1° Sous la forme de nodules, d'aspect fluidal dans les géodes de calcaire dont elles moulent les cristaux, sous forme de stalactites, etc.;

2° Sous forme de paillettes de toutes dimensions, de formes et d'aspect extrêmement variés, qu'on observe en dissolvant certaines parties plus foncées du calcaire;

3° Dans une petite carrière située entre le pont d'Argenteau et les fours à chaux de Richelle, un coup de mine vient de mettre à jour une grande poche de cette matière charbonneuse d'environ 2 mètres de large sur 3 mètres de haut. On ne peut en voir la partie inférieure qui s'enfonce sous le plancher de la carrière. Cette enclave charbonneuse n'est pas homogène. C'est plutôt un ciment de carbone qui enrobe des fragments anguleux de calcaire de toutes dimensions. Le calcaire ainsi cimenté est très pur, tandis que le calcaire qui borde cette enclave noire est fortement chargé d'inclusions diverses, mais surtout charbonneuses.

Au voisinage de cette enclave charbonneuse on observe de véritables filons de chalcopyrite et de divers sulfures de cuivre parfaitement cristallisés, entre autres de la tétraédrite et de la chalcosine.

Les carrières de Richelle ne fournissent pas seulement de remarquables minéraux, mais on peut également y recueillir une faune des plus riches, caractérisant le calcaire viséen, et à ce double point de vue elles mériteraient d'attirer l'attention des géologues.

X. Stainier. — **Sur quelques gisements de dolomies carbonifères.**

L'étage dinantien du Carbonifère belge renferme bon nombre de roches dont le mode de formation est encore très loin d'être bien établi. Je n'en veux comme preuve que les calcaires construits, les dolomies et les brèches. Certes on a déjà émis des théories sur l'origine de nos dolomies, mais ces théories, n'ayant comme appui qu'un nombre de faits très limité, sont encore loin de la vérité.

Ces idées me venaient en tête en lisant récemment les beaux travaux que M. l'abbé Delépine a consacrés à la description du calcaire carbonifère de notre pays et où il étudie, avec grand détail, notamment, les facies si curieux de ce calcaire carbonifère. L'avenir, au point de vue géogénique, repose sur de semblables travaux, et la solution des problèmes se rapprochera d'autant plus de la vérité que nous pourrons les attaquer avec un plus grand nombre de données. C'est dans ce but que je me suis décidé à sortir de mes notes quelques observations concernant des gisements très spéciaux de dolomie. Plusieurs points que j'ai observés il y a déjà des années, sont aujourd'hui très peu visibles, par suite de la nature friable de certains affleurements dolomitiques. Dans d'autres points situés dans des carrières en activité, les progrès des exploitations font sans cesse disparaître certaines coupes, et c'est

pour sauver ces renseignements de l'oubli que les pages suivantes ont vu le jour.

Nos observations ont porté sur trois régions situées, la première, sur le bord Nord du bassin de Namur, dans la vallée de l'Orneau; la deuxième, sur le même bord Nord, mais dans la vallée de la Meuse; enfin, la troisième, dans la vallée de la Sambre.

Vallée de l'Orneau.

Au midi des magnifiques affleurements de dolomie que traverse la vallée en question dans les étages tournaisien et viséen inférieur, on observe brusquement de nouvelles dolomies très localisées, notamment [1] dans la grande carrière Baudry, ouverte dans les assises de l'étage viséen supérieur auxquelles la légende de la Carte géologique attribue la notation *V2b*. Ce gisement n'est pas isolé, malgré ses faibles dimensions transversales. L'existence d'un vallon latéral, vers l'Est, le Fond-des-Vaux, permet de reconnaître une file de gisements semblables alignés suivant la direction des couches, c'est-à-dire sensiblement de l'Ouest à l'Est, et que l'on peut suivre jusqu'au lieu dit Chafour, soit à 1 kilomètre à l'Est de la carrière Baudry. En ce point la bande carbonifère pénètre sous le plateau recouvert d'une épaisse couche de dépôts tertiaires et quaternaires, ce qui empêche de voir si ces gisements se poursuivent plus loin dans cette direction. Pour la même raison, on ne peut guère observer le prolongement de ces gisements à l'Ouest de la vallée de l'Orneau. J'en ai cependant retrouvé un affleurement, au même niveau et dans la même direction, à Velaine, soit à 5 kilomètres à l'Ouest de la carrière Baudry. L'extension actuellement connue de ces gisements dolomitiques est donc de 6 kilomètres.

Dans la région située à l'Est de la carrière Baudry, le grand nombre d'affleurements permet de suivre le gisement d'assez près. On constate ainsi que la dolomie se trouve intercalée, comme nous l'avons dit, dans l'assise *V2b*, à peu près vers le milieu. A ce niveau, l'élément magnésien existe d'une façon assez continue, mais disséminé irrégulièrement et plus ou moins concentré. En deux points que nous allons décrire,

---

[1] Certains des gisements dont nous allons parler sont déjà décrits d'une façon générale dans le travail de M. Delépine : *Les caractères stratigraphiques des calcaires carbonifères, etc.* (Ann. Soc. géol. du Nord, t. XXXVIII, 1909, p. 126.)

cet élément est tout à fait prépondérant et affecte des allures dont nous allons essayer de donner une idée par des coupes.

Carrière Baudry.

Cette carrière est située sur la rive gauche de l'Orneau, à mi-chemin entre la gare d'Onoz-Spy et le tunnel, au Nord. L'extrémité méridionale de cette carrière montrait la coupe suivante :

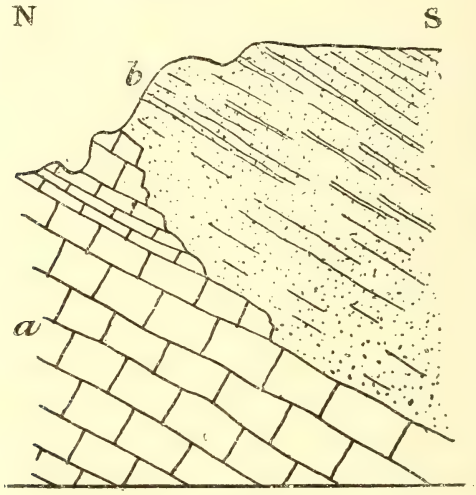


Fig. 1.

a) Calcaire noir-bleu exploité. Bancs réguliers bien stratifiés, avec quelques intercalations de bancs de dolomie parfois caverneuse ;

b) Dolomie gris brunâtre assez friable et finement grenue. Elle ne ressemble pas complètement à la dolomie du Tournaisien et du Viséen supérieur. Sa teinte est plus foncée, son éclat plus terne, et elle est beaucoup plus friable. Mais toutes ces différences peuvent tenir à une altération météorique plus profonde, car les dolomies susdites, à l'état altéré, ressemblent tout à fait à celle de la carrière Baudry. Celle-ci se montre comme stratifiée, mais les joints de stratification sont assez vagues et pas absolument continus. La ligne de démarcation entre le calcaire et la dolomie est très nette (je l'ai calquée sur une photographie). Elle est, comme le montre la coupe, très sinueuse, tantôt suivant les joints de stratification, tantôt coupant les bancs perpendiculairement. Le plus souvent le changement de roche est absolument brusque de part et d'autre de la ligne de séparation, mais ailleurs le

calcaire se présente un peu dolomitisé au voisinage de la dolomie et celle-ci montre des noyaux gris bleuâtre calcarifères et plus durs.

La limite méridionale de l'amas dolomitique et sa partie inférieure n'étaient malheureusement pas visibles à cause du taillis et des déblais de la carrière.

Au Sud, au sommet de l'escarpement, une petite carrière montre, d'une façon peu nette, le passage de la dolomie au calcaire. Ce passage n'est pas brusque, et les deux roches se compénètrent mutuellement comme par indentations. Au Sud de la carrière, un talus de la route montre un curieux calcaire géodique non stratifié, bréchiforme et dolomitique. A quelques mètres encore plus au Sud, le premier talus de la route qui grimpe au Mont-de-Serrat montre le même calcaire bréchiforme, mais non dolomitique ni géodique. En montant cette route, on aperçoit au delà du premier coude un talus de la même dolomie que celle de la carrière, et en arrivant au bord du plateau, les talus de la route montrent du calcaire bien stratifié traversé par une petite cassure et présentant un amas local de calcaire bréchiforme. Ces tranchées, qui sont à moins de 100 mètres à l'Est et au Sud-Est de la carrière, montrent que la dolomie ne s'étend pas à l'Est de la carrière, mais vers le Sud-Est. Dans le compte rendu de l'excursion de la Société belge de Géologie dans la vallée de l'Orneau, nous avons figuré la dernière tranchée ainsi que la coupe d'ensemble de la carrière Baudry. (Cf. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. VIII, 1894, Mém., figures 1 et 3, pp. 195-204.)

D'après tout cela on peut voir que l'amas dolomitique d'Onoz a la forme d'une sorte de culot à section horizontale fort irrégulière et qu'il est probablement séparé du calcaire par une démarcation très nette au Nord et probablement aussi à l'Est, mais que vers le Sud il passe à ce calcaire d'une façon insensible.

Carrière Guillaume.

La grande route de la gare d'Onoz vers Spy longe, vers le Sud, une carrière située à environ 700 mètres du chemin de fer et qui, lors de la construction du chemin de fer vicinal, a été activement exploitée pour la fabrication du ballast; j'ai pu l'étudier alors et y lever la coupe suivante prise sur un plan de stratification mis complètement à nu par l'exploitation et qui montre bien les relations de la dolomie avec le calcaire.

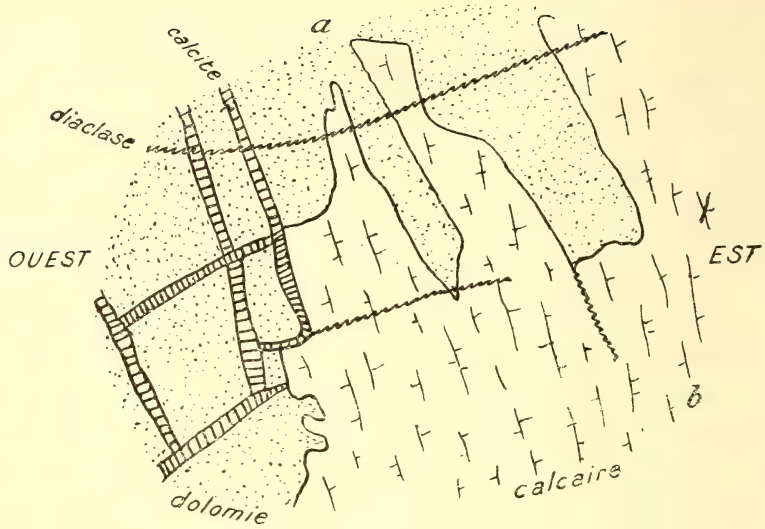


Fig. 2.

a. Dolomie massive à grain assez fin, dure et brunâtre. On y observe des filonets de calcite blanc laiteux;

b. Calcaire noir-bleu appartenant à l'assise *V2b*. Quelques diaclases traversent le tout. J'ai suivi l'exploitation progressive de cette carrière. Il serait impossible de décrire tous les exemples de dislocations, de plissement et de torsion qu'elle a montrés. Aussi, elle présentait par moments un curieux enchevêtrement de dolomie, de calcaire stratifié et de calcaire bréchiforme.

Cette coupe montre la dolomie séparée du calcaire par une ligne de démarcation bien nette, mais elle montre aussi que la compénétration des deux roches est extrême ; aussi il serait impossible de délimiter les deux éléments. L'enchevêtrement devient encore plus extrême plus à l'Est, le long de la même grand'route, sur les escarpements rocheux qui la bordent au Sud, au lieu dit Chafour. Là, dans des trous de recherches pratiqués par feu le docteur Monoyer, de Spy, on trouvait de curieux types de calcaire dolomitique très finement grenu, dur et de couleur blonde.

Nous rappellerons que nous avons signalé la découverte de cristaux de soufre natif dans le calcaire de la carrière Guillaume comme dans celui de la carrière Baudry.

Nous allons maintenant décrire les gisements dolomitiques visibles à l'Ouest de l'Orneau.

Bois de Fayat.

En quittant la gare d'Onoz, le vicinal vers Fleurus décrit une grande courbe vers le Nord et, avant de rejoindre la grand'route de Fleurus, entame plusieurs tranchées dans le bois de Fayat. Pour permettre de saisir ce que nous allons dire, nous donnerons un croquis de la situation de ces tranchées.

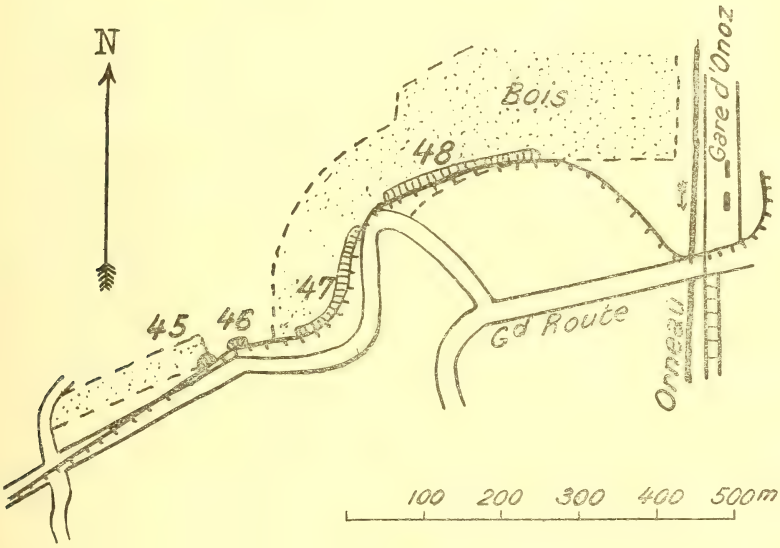


Fig. 3.

La tranchée n° 45 montre du calcaire bréchiforme sur environ 16 mètres de long. On n'y distingue aucune trace de stratification, mais on remarque des amas de calcaire brun sableux à aspect dolomitique.

La tranchée n° 46, d'une cinquantaine de mètres de long, montre aussi du calcaire bréchiforme sans stratification. Les cailloux sont formés de calcaire noir enveloppé de calcite cristalline. Vers l'Est, le calcaire est très altéré par les influences météoriques.

La tranchée n° 47 montre, dans sa partie centrale, la coupe reproduite à la figure 4.

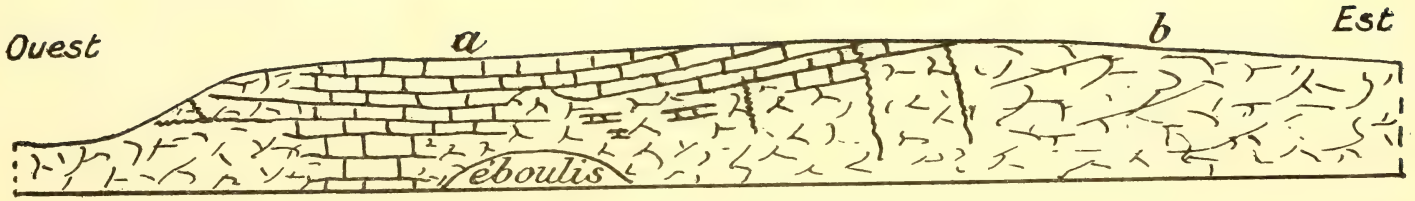


FIG. 4.

a. Calcaire noir-bleu nettement stratifié avec une inclinaison de 5 degrés au Nord-Ouest et légèrement ondulé. Il passe latéralement à du calcaire bréchiforme d'une façon tout à fait insensible. On voit d'abord le calcaire se remplir de veinules de calcite entrecroisées en tous sens, puis la stratification disparaît petit à petit, et on arrive alors dans la roche bréchiforme;

b. Calcaire bréchiforme. Roche sans joints ni stratification, montrant par places des cailloux anguleux ou subarrondis, tantôt constitués par du calcaire à cassure conchoïdale, tantôt par du calcaire noir, grenu, pailleté, probablement dolomitique. La pâte est formée de calcite cristalline ou de calcaire très cristallin.

Tranchée n° 48. Dans sa partie occidentale, on pouvait observer la coupe suivante :

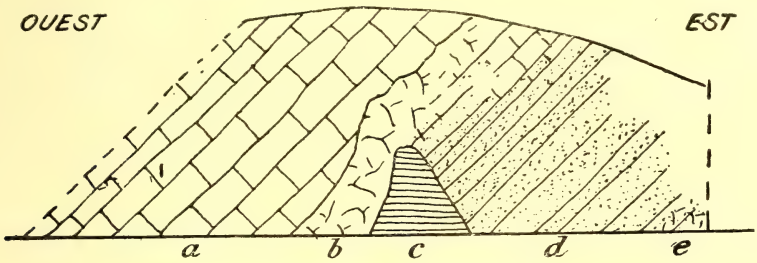


Fig. 5.

a. Calcaire noir bien stratifié (*V2b*) en bancs réguliers ;

b. Gros banc d'environ 2 mètres de calcaire bréchiforme plus gris, séparé du précédent par une ligne nette ressemblant à un joint de ravinement ;

c. Poche de dolomie sableuse très altérée ;

d. Dolomie brune altérée, nettement stratifiée et passant au sommet, par places, au calcaire bréchiforme précédent d'une façon insensible ;

e. Dolomie sans stratification, d'un aspect bréchiforme et ressemblant au calcaire *b* qui aurait été dolomitisé.

Un peu au delà, vers l'Est, la même tranchée montrait la coupe suivante :

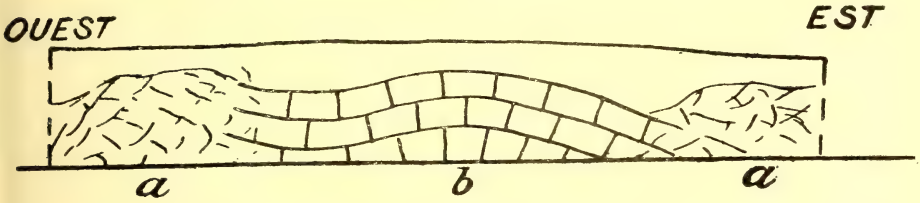


Fig. 6.

a. Brèche dolomitique comme ci-dessus ;

b. Calcaire noir-brun dolomitique vu par la tranche des bancs un peu ondulés et inclinant au Nord de 20° à 30°.

En continuant vers l'Est, la brèche dolomitique fait insensiblement place à une dolomie stratifiée en petits bancs assez réguliers, brune, sableuse, altérée, avec grosses géodes de calcite et alternant avec des bancs calcarifères bleuâtres avec joints schisteux. (Dir. N.-70°-E. Incl. S. = 60°-80°.)

Enfin, la tranchée n° 48 se termine, vers l'Est, dans du calcaire bleu en minces bancs fendillés reposant sur de la dolomie.

On voit d'après cela que dans les tranchées du bois de Fayat il y a un curieux enchevêtrement de calcaires et de dolomies stratifiés ou bréchiformes passant de l'un à l'autre par transition insensible.

De plus, il y a là des allures fort tourmentées et de curieux gauchissements de couches et des reploiements, grâce auxquels la zone dolomitique est reportée au Sud-Ouest par rapport à sa direction de l'autre côté de l'Orneau.

Affleurements de Velaine.

Après une assez grande distance, sous un plateau couvert de dépôts quaternaires et tertiaires, le calcaire revient au jour à Velaine, le long du ruisseau de Grandvaux.

Sur la rive gauche de ce ruisseau, le long du chemin de la grand'-route de Denée à Ligny, à la ferme Cornil, on observe à mi-chemin entre la ferme et la route, dans le talus Nord, un affleurement d'une dolomie extrêmement curieuse, cristalline, avec cherts et amas de calcite et de fluorine. Cette dolomie ressemble tout à fait à celle qui accompagne certains gîtes métallifères.

D'après A. Dumont (voir ses notes de voyage, n° 7033 brun), il y aurait eu une carrière le long du chemin qui conduit de la même grand'route vers la ferme de la Converterie, dans l'angle Sud de ce chemin avec la grand'route. Dans cette carrière, il renseigne la présence de calcaire compact gris-bleu avec *Productus* (Incl. S. = 30°, Dir. N.-74°-E.). Ce calcaire aurait été recouvert de quelques bancs de dolomie gris brunâtre à grain fin, quelquefois friable et renfermant des géodes de calcaire et de quartz. Cette carrière est aujourd'hui remblayée, mais à 600 mètres à l'Est, sur la rive gauche du ruisseau, une carrière dans le même calcaire montre des allures très tourmentées.

Les affleurements de Velaine sont exactement sur la direction Est-Ouest de ceux de la vallée de l'Orneau, et, chose curieuse, en prolongeant cette direction, on tombe exactement dans le gîte de barytine de Fleurus qui est absolument aligné suivant la même direction. Or, comme j'ai pu m'en assurer, au seul point où l'on voyait la roche primaire dans laquelle est compris ce gîte, celle-ci était constituée par une roche dolomitique absolument semblable à celles que nous avons décrites d'Onoz. Les dolomies de Velaine présentent un aspect assez différent et bien curieux.

Vallée de la Meuse.

Je connais aussi un gisement anormal de dolomie dans la vallée de la Meuse, également sur le bord Nord du bassin de Namur, mais à un niveau géologique un peu plus élevé dans le calcaire viséen immédiatement sous-jacent au terrain houiller (assise *V2c*).

Le gisement se trouve juste à l'embouchure du ruisseau d'Erpent (ruisseau des Larrons), dans la Meuse, au lieu dit *La Vinaigrerie*. La dolomie constitue les deux rochers que l'on observe à l'entrée du vallon, de chaque côté du ruisseau.

Rocher a l'Ouest du vallon.

La face de ce rocher, qui se trouve dans la vallée de la Meuse, est en grande partie cachée par la végétation, mais en pénétrant dans le taillis, on voit un affleurement rocheux d'une curieuse dolomie. On y remarque de gros bancs massifs et géodiques d'une teinte un peu rosée et de minces bancs d'une dolomie zonaire. Cet aspect zonaire est dû à la présence, le long des joints de stratification, de géodes allongées et aplaties dans le sens du joint et bordées d'un mince liséré grisâtre, comme l'indique la figure suivante :

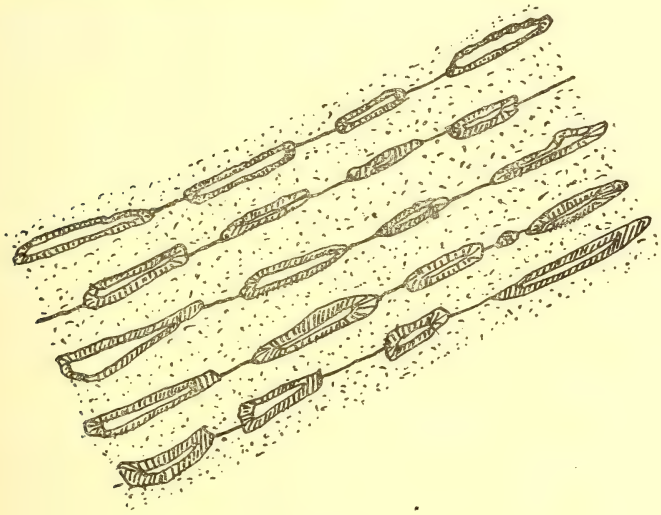


Fig. 7.

L'inclinaison des bancs est de 12° au Sud.

La face de ce rocher, qui est du côté du vallon d'Erpent, a été

entamée récemment pour l'élargissement de la route, et dans la section on voit le passage de la dolomie au calcaire se faisant de la façon la plus capricieuse. Dans la vallée de la Meuse, à 200 mètres à l'Ouest de l'entrée du vallon, se voit une carrière dans laquelle les roches ne présentent pas la moindre trace de dolomie.

Rocher a l'Est du vallon.

Dans le parc de la villa qui a remplacé l'ancienne vinaigrerie on observe plusieurs pointements d'une dolomie finement grenue, très cristalline, sans joints de stratification, présentant les aspects corrodés et ruiniformes si caractéristiques des roches dolomitiques. Dans un de ces pointements on observe même une petite cavité ou grotte, mais je ne saurais affirmer qu'elle soit bien naturelle. De ce côté du vallon, on ne voit guère les relations de la dolomie avec les calcaires environnants, mais à une très faible distance plus à l'Est on voit, le long de la grand'route de Liége, une carrière montrant des bancs réguliers de calcaire sans la moindre trace de dolomie.

De l'étude des affleurements on peut donc conclure qu'il existe à cet endroit une sorte de massif dolomitique dont l'extension vers le Nord est cachée sous la Meuse et dont la partie méridionale affleurant a été coupée au milieu par la vallée du ruisseau des Larrons. Le diamètre visible de ce massif serait d'environ 250 mètres.

M. G. Cosyns, qui assistait à une excursion de la Société belge de Géologie que j'ai conduite à ces gisements, a eu l'amabilité de me communiquer les résultats de l'analyse qu'il a faite d'un échantillon prélevé dans la petite grotte dont nous avons parlé. Voici cette analyse :

Densité	2.812
Résidu insoluble dans les acides (quartz noir, oligiste et barytine)	2.10 %

La partie soluble dans les acides comprend :

Carbonate ferreux	1.90 —
Calcite	4.60 —
Dolomie	89.25 —
Sulfate de chaux	0.80 —

Traces de manganèse, de zinc, d'arsenic et d'étain et traces sensibles d'alumine.

Vallée de la Sambre.

Sur le versant méridional du bois du Fays de Temploux qui domine la vallée de la Sambre, on voit paraître, au travers du manteau de phtanites du Houiller inférieur, quelques pointements de calcaire et de dolomie.

Des études récentes m'ont montré que ces phtanites, ces dolomies et ces calcaires appartiennent au massif que la faille du Centre a refoulé sur les couches plus récentes du bassin de Spy. La faille du Centre longe donc le bord Sud de la grande voûte calcaire qui sépare le bassin houiller de Spy du grand bassin de la Sambre [1].

Voici ce que l'on observe au Fays de Temploux. A mi-côte est adossée la villa de Coppin, derrière laquelle une emprise a mis à nu des phtanites (Dir. E.-O. Incl. S. = 55°). En suivant un sentier qui marche vers l'Ouest à mi-côte de la colline, on aperçoit, à environ 200 mètres à l'Ouest de la villa, un pointement de calcaire noir veiné de blanc. A une petite distance à l'Ouest et certainement dans le prolongement du calcaire ci-dessus, on voit une petite carrière ouverte dans de la dolomie massive finement grenue et fossilifère (*Productus*). La même roche se voit encore un peu plus loin derrière une petite maisonnette, puis au delà on n'aperçoit, de nouveau, plus que des phtanites. D'après cela, il est difficile de se soustraire à la conclusion qu'il existe, au Fays de Temploux, un massif dolomitique local intercalé dans le Calcaire viséen le plus élevé, très près de la base du Houiller, donc à très peu près au même niveau que les dolomies d'Erpent.

Conclusions.

Les dolomies que nous venons de décrire présentent un certain nombre de caractères communs avec les dolomies qui caractérisent la base du Viséen dans le bassin de Namur. Mais il semble que, en s'éloignant de ce niveau inférieur, la dolomie prend un caractère de plus en plus local et de moins en moins stratifié. En effet, la dolomie est encore très répandue au niveau de l'assise *V2a*. Elle est incom-

---

[1] Le résultat de ces études nécessitera la modification des tracés de ma Carte géologique de Fleurus-Spy (feuille n° 143 du Service géologique) dans la région du Fays de Temploux.

parablement moins étendue dans l'assise *V2b*. Enfin, les deux gisements que nous avons signalés au sommet du Calcaire carbonifère, dans l'assise *V2c*, sont les seuls que nous connaissions dans le bassin de Namur, et leur gisement, nous l'avons vu, est essentiellement local. Il serait prématuré d'émettre la moindre déduction du petit nombre de faits que nous avons signalés. D'ailleurs, dans certains des points que nous avons décrits, notamment dans la vallée de l'Orneau, la complication des gisements est extrême. Comme M. Delépine l'avait déjà signalé, il y a là le plus curieux enchevêtrement de dolomies, de calcaires stratifiés et de brèches. Pour ces dernières roches notamment, comme je l'ai déjà dit antérieurement, cette région forme un magnifique champ d'études, car il y a là probablement réunis, presque côte à côte, différents types de brèches et de calcaire bréchiforme. Il en est très vraisemblablement de même des dolomies.

X. Stainier. — **Du mode de formation de la grande brèche du Carbonifère.**

M. le chanoine de Dorlodot a émis, il y a quelque temps, des considérations très suggestives au sujet de l'origine de cette brèche, qui forme un des traits les plus curieux du sommet de notre Calcaire carbonifère (1). Partisan convaincu de l'origine sédimentaire de cette grande brèche, je les ai lues avec le plus vif intérêt, car elles lèvent certainement un des coins du voile qui couvre encore la genèse si mystérieuse de cette roche.

Une chose qui m'a toujours beaucoup surpris, c'est qu'il y ait encore des géologues admettant la formation mécanique de cette brèche, malgré les arguments indiscutables prouvant que cette brèche ne peut pas avoir été produite mécaniquement (2). Je n'en puis trouver d'autre raison que dans l'obscurité qui règne encore sur le vrai mode de formation de cette roche, obscurité que l'hypothèse émise par M. de

---

(1) H. de Dorlodot, *Sur l'origine de la grande brèche viséenne et sa signification tectonique.* (Bull Soc. belge de Géol., t. XXII, Mém., p. 29.)

H. de Dorlodot, *Sur la présence de blocaux impressionnés dans la grande brèche viséenne.* (Ibid., Proc.-verb., p. 116.)

(2) Nous sommes loin de nier l'existence de vraies brèches mécaniques. Nous pensons même qu'il peut exister des brèches mécaniques de nature bien différente. Aussi en parlant d'origine sédimentaire, nous n'avons en vue que la grande brèche du Viséen que la légende de la Carte géologique désigne par la notation *V2cx*.

Dorlodot ne peut pas encore dissiper complètement. C'est pour essayer de jeter un peu de lumière dans la question que les pages suivantes ont été écrites.

Dans les travaux précités, M. de Dorlodot a émis l'idée que « les anticlinaux, en somme peu prononcés, qui ont déterminé la formation des calcaires détritiques de l'assise d'Anhée et spécialement de la grande brèche, furent l'ébauche d'anticlinaux qui se sont fortement accentués lors des plissements post-westphaliens ».

Par cette hypothèse ingénieuse, M. de Dorlodot a levé deux des objections contre lesquelles se heurtait la théorie de la formation sédimentaire de la grande brèche.

1° Puisque ces anticlinaux sont nombreux et disséminés sur toute l'étendue de la mer carbonifère, j'emprunte les expressions de M. de Dorlodot, les matériaux détritiques n'ont pas dû venir de loin, chose indispensable pour la formation d'une brèche calcaire ;

2° Enfin, puisque ces anticlinaux ont été ultérieurement encore plus émergés, et arasés, on s'explique la disparition des phénomènes de ravinement, de transgression et de discordance de stratification que ces émersions et immersions successives ont dû nécessairement produire et que l'on n'avait jamais observés.

M. de Dorlodot admet que les matériaux détritiques de la brèche proviennent du choc énergique de la vague sur des calcaires déjà formés, consolidés, émergés ou du moins très peu au-dessous du niveau des eaux.

Mais ce processus de formation se heurte à de sérieuses objections.

S'il suffisait, pour former de la brèche, du choc des vagues sur des calcaires plus ou moins émergés, la formation de la brèche devrait être, de nos jours, un phénomène des plus communs. Sur d'énormes étendues, le rivage actuel des mers est constitué par des calcaires à tous les états de consolidation imaginables et présentant à l'attaque des vagues les conditions les plus diverses. Or, on n'a jamais, à ma connaissance du moins, signalé la formation contemporaine de brèches marines.

D'expérience personnelle, j'ai pu, sur les côtes de l'Angleterre, observer les résultats de l'action destructive des flots sur des falaises calcaires de duretés très variables. Je citerai spécialement les falaises crayeuses du comté de Kent, les falaises de calcaires jurassiques du comté de Dorset et, enfin, les falaises de calcaire carbonifère du Nord du Pays de Galles et spécialement les belles falaises du Great Orme's-Head non loin de Llandudno. Il y avait donc là toute la gamme pos-

sible, au point de vue de la dureté et de la cohérence, des variétés de roches calcareuses.

Or, je n'ai rien pu voir là ressemblant, ni de loin ni de près, à de la brèche ni même à des cailloutis ou conglomérats. Accidentellement, au pied des falaises, surtout dans le cas de la craie, un éboulement un peu considérable, se produisant au bord de la mer, détermine des accumulations qui, sous l'action des flots, ressemblent vaguement à des brèches. Mais ces accumulations sont essentiellement locales et limitées, et leur existence est des plus éphémères, car à la première tempête tout est balayé et dispersé au loin. Aussi au pied des falaises en question, on ne trouve que des galets parfaitement arrondis provenant, pour la craie, des silex qu'elle renferme et, dans les autres cas, de roches dures amenées du voisinage par un lent cheminement le long des côtes.

Même en admettant que dans le passé, et sous l'influence de conditions aujourd'hui disparues, il aurait pu se produire de la brèche sur des côtes peu inclinées ou contre des falaises, je pense que, vu le peu de résistance du calcaire à l'attaque des flots, cette brèche se serait détruite au fur et à mesure de sa formation, et qu'il ne s'en serait pas formé des amas énormes comme ceux que nous connaissons dans le Carbonifère et dont la continuité et l'extension sont vraiment étonnantes. En tout cas, les éléments de ces brèches auraient présenté une forme arrondie bien différente de l'état éminemment anguleux qui caractérise les matériaux de la grande brèche.

Les expériences bien connues de Daubrée sur la formation des cailloux roulés et des galets n'ont malheureusement pas porté sur des calcaires, mais en voyant combien peu de chemin ont à parcourir, pour devenir des galets, des roches incomparablement plus dures et plus tenaces, on se rend compte que des calcaires résisteraient difficilement à l'action arrondissante et destructive des vagues. Ce n'est guère qu'au voisinage des formations coralligènes actuelles que l'on voit le choc de la vague détacher des fragments de roche et d'organismes, et la continuité de l'action entraîne, là aussi, la rapide transformation de ces débris en un sable corallien.

Il en résulte donc pour nous, de toute évidence, que la formation sédimentaire de la grande brèche a dû exiger des conditions absolument spéciales qui suffisent d'ailleurs aussi pour expliquer la rareté de brèches semblables à la nôtre dans les formations calcaires de tous âges et de tous pays. Ces conditions spéciales sont au nombre de trois :

1° Les calcaires que l'ébauche des anticlinaux faisait émerger

devaient déjà présenter une notable dureté et une cohérence très sensible;

2° Le morcellement de ces calcaires durs émergés, en fragments anguleux, s'est produit non sous l'influence mécanique des vagues, mais par un processus différent dont nous aurons à nous occuper plus loin;

3° Lors de l'émersion subséquente de ces anticlinaux, la mer a trouvé les calcaires tout dépecés. Dans un court laps de temps, et pour ainsi dire en une fois, elle a, sans grand déplacement, entassé les blocs calcaires pour en former les bancs ou amas que nous connaissons.

Il me semble que si l'on pouvait élucider complètement ces trois conditions spéciales, on aurait jeté un grand jour sur la formation de la grande brèche avec ses caractères spéciaux, tels que MM. Gosselet, Cayeux, Brien et de Dorlodot l'ont décrite.

Nous allons voir ce qu'il faut penser de ces conditions :

Première condition. — Je n'ai rien de bien neuf à en dire. Il semble bien que, pour les auteurs qui se sont occupés de la question, l'existence de cette condition à l'époque du Calcaire carbonifère supérieur était réalisée, car cela cadre bien avec le concept que l'on se fait aujourd'hui de l'état physique de notre mer carbonifère belge.

Tout au moins pour le Dinantien moyen et supérieur il semble bien que cette mer était peu étendue et peu profonde, très chaude; ses eaux, très riches en calcaire dissous, nourrissaient une faune variée et excessivement abondante par places. C'est une conclusion à laquelle une étude très détaillée des facies du Calcaire carbonifère belge et de leur répartition a conduit tout récemment M. l'abbé Delépine. (Cf. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, 1909, p. 152.)

Avec ces caractères particuliers, nos mers carbonifères devaient ressembler à certaines portions de l'Atlantique le long des côtes du Brésil ou de la mer des Antilles, près de la Guadeloupe, où l'on a décrit la formation moderne et très rapide de calcaire par évaporation de l'eau de mer. (Cf. de Lapparent. *Traité de Géologie,* 5e édition, p. 337.) Là, comme dans nos mers carbonifères, des tranches d'eau peu épaisses, chargées de calcaire dissous, soumises par-dessus aux rayons ardents du soleil, se réverbérant encore par-dessous sur le fond blanc et brillant de la mer, ces eaux, dis-je, devaient s'évaporer énergiquement, provoquant un abondant dépôt calcaire. Concurremment, une intense sédimentation zoogène devait accroître les dépôts auxquels l'élément précipité pouvait, au fur et à mesure, fournir un ciment

assurant une rapide consolidation. Lors de l'émersion qui a suivi de près le dépôt de ces calcaires, ceux-ci étaient donc suffisamment cohérents pour subir les actions dont il nous reste à parler, sans se désagréger immédiatement.

Deuxième condition. — Quel est le mécanisme qui a pu fracturer et morceler ces calcaires durs, si nous renonçons à l'action des flots pour y arriver? Voici l'idée qui m'est venue à ce sujet et que je me permets de soumettre au jugement de nos confrères :

Si par suite d'un de ces changements à vue, si fréquents dans l'histoire des temps géologiques, la mer peu profonde du Carbonifère s'était desséchée complètement vers le milieu de l'époque de l'assise d'Anhée, qu'en serait-il résulté?

Suivant toutes probabilités, l'ancien fond de mer, dur et rocheux, peut-être de teinte très claire, serait devenu un désert. Or, dans les déserts on voit intervenir, comme un des facteurs essentiels de la dynamique externe, l'action des variations de température dont nous sommes habitués, dans nos contrées à climat marin de l'Europe occidentale, à tenir très peu compte. Chez nous, en effet, les variations diurnes de température, par suite de l'action diathermane de la vapeur d'eau toujours abondante dans notre atmosphère, ces variations, dis-je, sont peu prononcées. Leur effet est encore amoindri par l'influence conciliatrice des crépuscules et des aurores. Dans les déserts tropicaux il en est tout autrement. Des sols qui pendant toute la journée ont été soumis aux rayons ardents d'un soleil que ne tempère aucune influence modératrice, ces sols s'échauffent et se dilatent. Brusquement la nuit tombe, presque sans crépuscule, et la température s'abaisse parfois au-dessous de zéro. On a ainsi observé, à Touggourt, des variations, en quelques heures, de 50° et au delà. Les roches se contractent alors violemment, et, pour peu qu'il y ait dans les roches dures la moindre hétérogénéité et la moindre différence dans le coefficient de contractilité, elles volent en éclats, parfois avec un bruit de mitraille.

Aussi, lorsque l'on voyage au Sahara, les guides ont bien soin de prévenir les voyageurs du danger qu'il y a à passer la nuit près des rochers.

Ce sont des faits sur lesquels l'attention avait déjà été appelée [1], mais incidemment et sans insister sur leur amplitude.

---

[1] A. Choisy, *Documents relatifs à la mission dirigée au Sud de l'Algérie.* Paris, Imprimerie nationale, 1890, 2 volumes in-4° et 1 atlas. — G. Rolland, *Géologie,* p. 327, t. I.

Personnellement j'ai pu me rendre compte de l'importance de cette action des variations de température au cours de deux excursions dans le Sahara algérien. Le grand désert, contrairement à l'idée que l'on s'en fait généralement, n'est nullement constitué par d'immenses plaines de sable et par des dunes. Ce type de région physique est peu étendu au Sahara et porte sur les cartes les noms de « Reg » ou « d'Areg ». Il y a d'immenses plaines argileuses, et dans les deux cas précédents, le désert ne présente nullement la stérilité et le caractère effrayant que l'on pourrait croire. Ce caractère se rencontre surtout dans les régions auxquelles les Arabes appliquent le nom de « Hamada », le désert rocheux ou pierreux presque totalement dépourvu d'eau, ne nourrissant qu'une végétation rare et spéciale, et inhabité. Dans certaines de ces régions rocheuses, on constate un grand développement de calcaires turoniens qui présentent avec les calcaires carbonifères belges une ressemblance étonnante.

Lors des puissantes érosions du Quaternaire inférieur, les eaux ont sculpté en curieux « gours » ou en falaises couronnées de « mesas » ces calcaires résistants. On en peut voir tous les types possibles au pied du versant méridional de l'Atlas, de Biskra à Laghouat.

Or, dans les plaines qui s'étendent entre les témoins d'érosions, on voit sur des surfaces considérables des accumulations de débris de ces rochers. D'après des renseignements que m'ont donnés des officiers français, on a pu constater, dans des travaux de terrassement ou dans des tranchées, que parfois ces accumulations avaient jusque 7 à 8 mètres d'épaisseur. Dans une de ces tranchées, j'ai pu voir la constitution d'un de ces amas. On y trouvait l'accumulation la plus variée de fragments de roches, tous anguleux au possible, et de toutes les formes et dimensions imaginables, depuis les grains imperceptibles jusqu'aux blocs de plusieurs décimètres cubes. La majorité du dépôt était formée par de petits éléments. Dans les gros blocs restés exposés à la surface, on pouvait encore parfois saisir la marche de l'effritement, car ces blocs se montraient craquelés, fendillés, prêts à se réduire en poudre. Il est certain qu'il y avait là des matériaux suffisants pour faire, après un léger transport éliminant la plus grande partie des éléments fins, une brèche absolument identique à celle du Viséen belge. J'ajouterai même que l'on peut aisément, dans mon hypothèse, expliquer un fait que M. de Dorlodot a rappelé avec un certain doute cependant : c'est que les cailloux de la brèche viséenne sont beaucoup plus riches en veines de calcite que les roches en place dont ils proviennent. Tous ceux qui ont examiné la grande brèche sur les grandes tranches polies

que fournit l'exploitation de la brèche comme marbre (par exemple dans certaines salles de l'hôtel de ville d'Anvers), auront pu vérifier le bien fondé de son observation, car les veinules de calcite sont certainement bien plus rares dans les roches en place et surtout n'y affectent pas ce caractère de réseau qui contribue pour une si grande part à l'effet de beauté de ce marbre.

M. de Dorlodot attribue l'existence de ces veinules au fait que ces roches, avant d'être réduites en cailloux, auraient déjà subi d'importants phénomènes diagénétiques et que les fissures seraient dues soit à du retrait, soit à des actions dynamiques. Il nous paraît bien difficile d'admettre cette explication. Le retrait dans ces calcaires fort purs, comme ceux qui englobent les veinules en question, est insignifiant, et l'aspect des fissures de retrait est toujours spécial, différent de celui des fissures des éléments de la brèche. Il nous paraît aussi difficile d'admettre que la légère émersion des ébauches d'anticlinaux aurait pu y développer des phénomènes dynamiques capables de fragmenter, de pareille façon, des calcaires consolidés. On devrait retrouver des traces de ces phénomènes dynamiques dans ce qui nous reste de ces anticlinaux. Or je ne sache pas qu'on y ait jamais rien signalé de semblable.

Il me semble que l'on peut expliquer la présence de ces filonets de calcite d'une façon fort simple, dans notre hypothèse. Par suite de la rareté des eaux, de l'intensité des évaporations, de la chaleur, la surface des déserts est le théâtre d'une active action chimique et est parcourue par des eaux riches en sels de tout genre. Aussi les éléments meubles, cailloux, sables, qui recouvrent le désert, sont rapidement cimentés en poudingues, croûtes cristallines, dalles, plaquettes, etc. Les crevasses et fissures se bouchent de matières cristallines, siliceuses, calcaires ou salines de toute espèce. Or, nous avons vu plus haut que dans les amas formés par les variations de température le fendillement est parfois extrême.

Les circonstances peu favorables ne m'ont pas permis, au désert, d'observer le remplissage, par de la calcite, des fissures des blocs effrités; mais il ne faut, semble-t-il, qu'un concours de conditions bien simples pour que le phénomène puisse se produire au sein des amas riches en calcaire finement moulu et partant très soluble.

Comme résumé donc, nous émettons l'idée que, lors de la formation des premières ébauches d'anticlinaux du Viséen supérieur, notre sol aurait pu s'émerger et donner naissance à une certaine étendue de territoires désertiques. Dans ce désert, les phénomènes auxquels nous

avons fait allusion, auraient pu accumuler des amas très considérables d'éléments anguleux de toutes dimensions et de toute forme, dont bon nombre auraient déjà été fendillés et resoudés par des veinules de calcite.

Troisième condition. — Si nous admettons que notre région carbonifère a pu, pendant le Viséen supérieur, présenter les caractères que nous venons d'indiquer, nous pourrions expliquer les particularités de notre grande brèche en admettant que cette région a été, par la suite, le théâtre des événements suivants : Le domaine continental carbonifère s'est de nouveau immergé et, dans une phase d'envahissement courte et rapide, la mer a balayé devant elle et a accumulé, dans les synclinaux, les éléments meubles qu'elle a trouvés à la surface du territoire envahi. Les matériaux les plus volumineux n'ont pas été entraînés bien loin et ont donné naissance au type bien connu de brèche presque sans pâte fine. Un peu plus loin, les flots ont mélangé quelques éléments volumineux à de la pâte fine provenant de l'entraînement des éléments ténus de l'amas continental et de la trituration, par les vagues, des cailloux volumineux. Par une gradation insensible on passe, par une prédominance de plus en plus grande des éléments fins, à ces calcaires marmoréens compacts, très peu stratifiés, qui, dans l'Est du bassin de Namur, occupent le niveau de la grande brèche. Ces calcaires proviendraient de l'entraînement au loin, par les eaux, des particules les plus ténues. Il y aurait eu, par le fait de l'envahissement du continent, dans des conditions spéciales, par exemple par une mer s'avançant du Sud ou du Sud-Ouest vers le Nord ou le Nord-Est, un entraînement au loin accompagné d'un véritable classement mécanique de tout ce que les flots auraient rencontré sur leur passage. Et ainsi s'expliquerait cette gradation si remarquable que l'on constate, en bien des endroits, entre les différents types de roche que l'on observe, à ce niveau, dans le Carbonifère belge.

Je suis loin de me dissimuler que tout cela est fort hypothétique. Et même dans le domaine des hypothèses, il y a deux catégories. Les unes, que l'on pourrait appeler *a posteriori*, sont celles qui groupent des faits connus pour tâcher d'en tirer une explication. Les autres, *a priori*, devancent les faits. Il n'est donc pas douteux que ces dernières soient particulièrement exposées à devenir caduques. Elles n'ont d'autre utilité que d'appeler l'attention sur une explication possible, d'éclairer la voie et d'appeler la confirmation ou l'infirmation.

Tel est bien le cas pour l'hypothèse que nous venons d'émettre. Elle ne s'appuie guère sur l'observation des caractères et des particularités

de la grande brèche. Elle consiste simplement à signaler quelques phénomènes de la dynamique externe actuelle du globe, comme pouvant servir à expliquer l'origine de la grande brèche. C'est à ceux qui se sont donné pour tâche l'étude fouillée de cette brèche que reviendra le soin de dire ce qu'il faut penser du bien fondé de notre hypothèse. Il y a certainement dans les faits de répartition de la brèche notamment, pour ne rien citer d'autre, des choses qui sont susceptibles de montrer si notre hypothèse a quelque chose de réel.

Certes on pourra me faire l'objection que ma théorie de la formation de la brèche nécessite, pour aboutir, un ensemble de conditions si spéciales qu'il est d'autant moins vraisemblable de les avoir trouvées réunies.

A cela je répondrai que, la brèche étant une roche essentiellement spéciale, je me demande comment on pourrait l'expliquer autrement que comme le produit de circonstances spéciales.

Une des causes qui m'ont déterminé à donner le jour aux pages qui précèdent, c'est qu'il est notoire que la brèche est, pour le moment, l'objet d'études détaillées. Les circonstances étaient donc éminemment favorables pour savoir si, oui ou non, il y a quelque chose de bon dans notre hypothèse.

Discussion.

M. Gröber. — En Asie centrale (Tien-Shan), comme aussi plus près de nous, en Espagne, il y a eu une période de plissement avant la sédimentation de la zone supérieure à *Dibunophyllum* (D_2), qui correspond généralement à la partie supérieure du Carbonifère. Le plissement de ces contrées a atteint son maximum à l'époque de la « grande brèche ». Je suis persuadé qu'il y a eu en Belgique aussi un plissement à cette époque et que la « grande brèche », qui n'existe pas sur l'Ourthe et à Modave, correspond à une émersion partielle des roches carbonifères en Belgique.

La séance est levée à 23 heures.

ANNEXE AU PROCÈS-VERBAL.

Compte rendu sommaire de l'excursion du 24 avril 1910 aux Carrières de Quenast.

Malgré un temps quelque peu menaçant, l'excursion projetée à Quenast, le 24 avril 1910, avait réuni une vingtaine de membres de la Société belge de Géologie.

M. Hankar-Urban, administrateur-gérant de la Société anonyme des Carrières de porphyre de Quenast, avait bien voulu prendre la direction de l'excursion qui avait pour but principal de visiter les Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant.

Mais auparavant, il conduisit rapidement les excursionnistes dans les bureaux des carrières dont il a la direction, pour leur montrer de nombreux échantillons lithologiques du plus haut intérêt et représentant les facies extrêmement variés de la base de l'Yprésien à Quenast : cailloux roulés de silex noirs, à l'état meuble, ou conglomérés par un ciment calcaire ou ferrugineux et souvent accompagnés de dents de squale, cailloux de quartz blancs seuls ou mélangés de galets de porphyrite, etc.

Ensuite, M. Hankar-Urban nous conduit au sommet de la carrière de Quenast, au point le plus rapproché de l'exploitation des Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant qui se trouvent à quelques centaines de mètres à l'Est. Il a eu l'amabilité d'y faire creuser une tranchée transversale pour montrer les caractères du contact de la porphyrite de Quenast avec les roches schisteuses encaissantes au Nord.

Sur plusieurs mètres d'épaisseur vers le contact, la porphyrite est complètement altérée et transformée en une argile dans laquelle les feldspaths primitifs de la roche se distinguent encore sous forme de mouchetures kaolineuses. Tout contre le contact, le kaolin provenant des feldspaths s'est pour ainsi dire accumulé en une couche de $0^{m}10$ à $0^{m}20$ d'épaisseur.

La tranchée creusée montre que la porphyrite n'est pas en contact immédiat avec les schistes siluriens au Nord; il y a intercalation d'une

couche verticale de blocs de quartz blanc, dont quelques-uns de fortes dimensions, mélangés à de l'argile qui semble provenir de la porphyrite altérée.

C'est, en quelque sorte, la reproduction du contact observé, il y a bon nombre d'années, par Renard et de la Vallée Poussin dans le tunnel d'exploitation, un peu plus à l'Ouest, dans la même carrière.

Les excursionnistes passent ensuite dans les Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant, dont M. Jules Cornet, administrateur délégué, a bien voulu nous faire les honneurs. Une fois rassemblés au sommet, ils peuvent embrasser d'un coup d'œil d'ensemble l'exploitation.

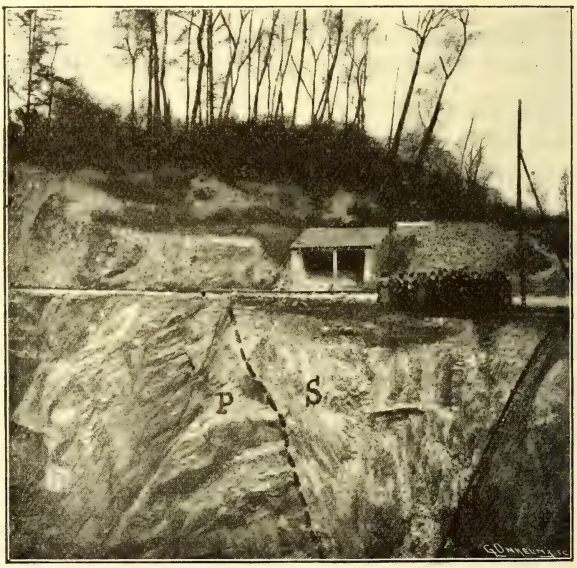


Fig. 1. — Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant.
(Cliché du Dr Gilbert.)

Contact de la porphyrite avec les schistes siluriens au-dessus du bâtiment des pompes au Nord-Est :

P. Porphyrite.

S. Schiste.

La ligne de contact est tracée en traits interrompus.

M. Hankar-Urban cède la parole à M. le commandant Mathieu, qui expose d'une façon succincte les résultats des recherches que M. G. Cosyns et lui ont entreprises dans les Nouvelles Carrières.

M. Mathieu, après avoir rappelé quelques notions sur la signification du terme « porphyrite » et sur les propriétés des contacts de roches

éruptives avec les roches encaissantes, attire l'attention des excursionnistes sur les particularités qui vont être étudiées.

Les Nouvelles Carrières sont exploitées par la méthode connue des paliers en retraite. On commence par enlever le manteau de Quaternaire et d'Yprésien qui recouvre le massif éruptif, ce qui donne un premier palier où l'on reconnaît l'altération en boules dont il a souvent été question.

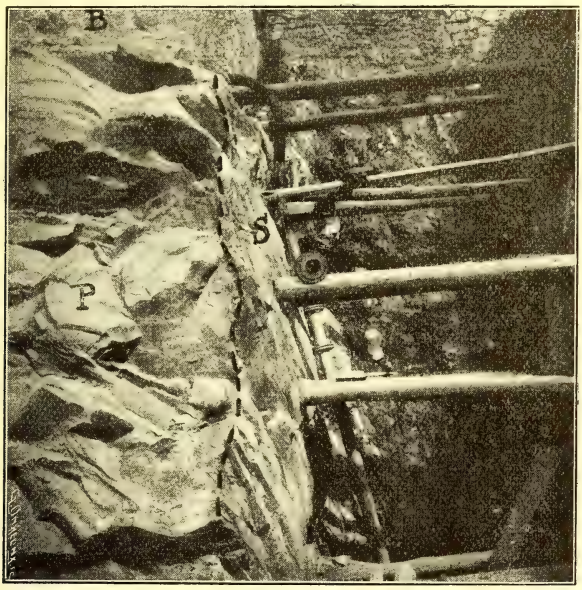


Fig. 2. — Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant, a Quenast.
(Cliché du Dr Gilbert.)

Contact de la porphyrite avec les schistes siluriens au fond de la carrière au Nord-Est.

B. Bâtiment abritant les pompes.
P. Porphyrite.
S. Schiste silurien.

La ligne de contact est dessinée en traits interrompus.

Par un concours de circonstances heureuses pour les géologues, l'exploitation sur cinq paliers a entamé les roches encaissantes au Nord-Est, permettant d'étudier ainsi le contact de celles-ci avec la porphyrite, sur une longueur de 150 mètres environ et sur une hauteur de près de 25 mètres.

Le plan incliné qui permet de descendre dans la carrière aboutit au quatrième palier et est disposé dans une tranchée du Nord-Est au Sud-Ouest, qui coupe pour ainsi dire normalement la surface de

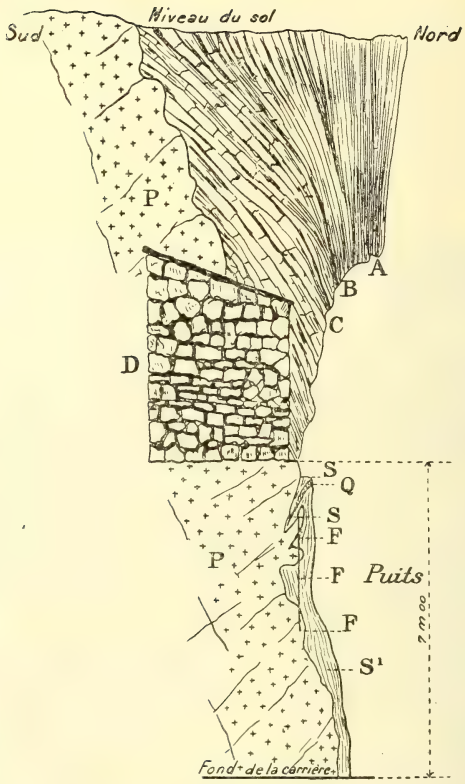


Fig. 3. — Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant.

Contact de la porphyrite avec les schistes encaissants au Nord-Est, observé sur la paroi Nord-Ouest.

(Croquis de M. G. Cosyns.)

P. Porphyrite.

A. Schiste silurien très froissé, presque pulvérulent, parsemé de quartz.

B. Schiste gris très feuilleté.

C. Schiste noir compact, avec quartz au voisinage du contact.

S. Schiste pénétrant dans la porphyrite, avec filon de quartz *Q*.

S'. Schiste silurien compact.

FF. Fente ouverte au travers du schiste et de la porphyrite.

D. Bâtiment des pompes.

Ce croquis correspond aux deux photographies 1 et 2 superposées.

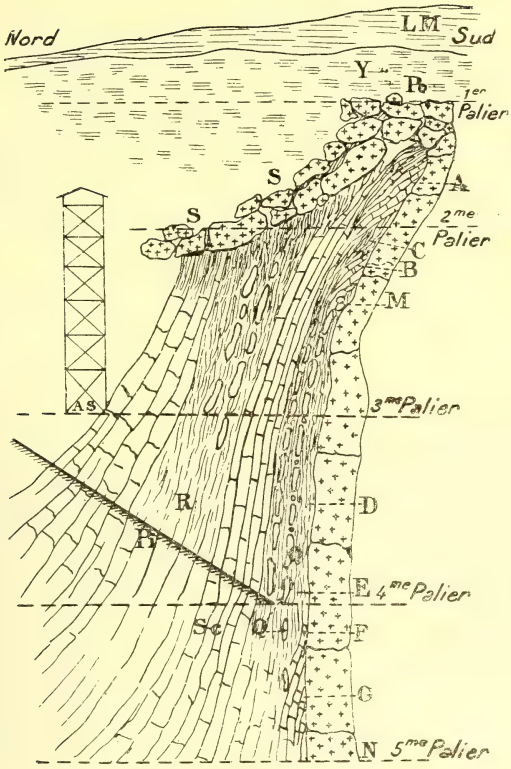


Fig. 4. — Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant.

Schéma montrant le contact de la porphyrite avec les schistes siluriens vers le Nord-Est aux différents paliers, et du côté de la face Sud-Est. (Croquis de M. G. Cosyns.) Les différents paliers sont en retraite perpendiculairement au plan du dessin. (Celui-ci est donc en quelque sorte conventionnel.)

LM. Limon quaternaire.
Y. Yprésien.
S. Blocs de porphyrite éboulés et roulés.
Po. Poudingue
A. Schiste dur compact pénétrant la porphyrite saine.
B. Schiste compact en contact avec de la porphyrite altérée.
C. Schiste très chiffonné, altéré.
M. Surface de glissement entre le schiste et la porphyrite.
D. Schiste très chiffonné, contenant de gros blocs de quartz.
E. Sortie d'eau ferrugineuse.
Pi. Plan incliné d'exploitation.
F. Schiste compact altéré.
G. Schiste compact non altéré.
Q. Quartz brisés dans le schiste altéré.
Sc. Schiste compact.
R. Schiste altéré avec quartz.
As. Ascenseur d'exploitation.
N. Niveau d'eau dans le puits.

contact verticale de la porphyrite avec les schistes siluriens. De ce quatrième palier, un autre plan incliné descend, en longeant le contact de l'Est vers l'Ouest, et aboutit au cinquième palier, au fond de la carrière, devant une excavation où les eaux s'accumulent. L'excavation est creusée dans les schistes encaissants, et il a fallu les soutenir au moyen de boisages (fig. 2). La pompe d'extraction se trouve abritée dans un petit bâtiment construit sur la porphyrite un peu au-dessus du niveau du quatrième palier.

Fig. 5. — Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant.
(Cliché du Dr Gilbert.)

Blocs roulés de porphyrite au niveau du premier palier.

P. Blocs de porphyrite.

Y. Argile yprésienne.

C'est en cet endroit que le contact de la porphyrite avec le schiste encaissant est le plus net. Les deux roches, *non altérées et compactes*, sont pour ainsi dire *soudées*, avec petites pénétrations mutuelles. Le même phénomène de soudure s'observe également sur la paroi Ouest, derrière le bâtiment de la pompe (fig. 1 et 3).

En remontant le long du plan incliné joignant les quatrième et cinquième paliers, les excursionnistes observent, tout contre le contact, un bloc de porphyrite en place, où les plages feldspathiques semblent

avoir subi un véritable étirement donnant en quelque sorte l'impression d'une structure fluidale.

A mesure qu'on s'élève de palier en palier, la soudure entre la porphyrite et le schiste disparaît, et l'altération de la porphyrite au contact s'accentue. A certains endroits, entre le troisième et le deuxième palier, on relève des traces de glissements le long de la surface de contact, avec striage de la porphyrite suivant cette surface.

Fig. 6. — Nouvelles Carrières de porphyre du Brabant.
(Cliché du Dr Gilbert)

Surface supérieure du gisement de porphyrite après enlèvement du manteau de dépôts tertiaire et quaternaire.

Les schistes en contact avec la porphyrite sont tantôt compacts et durs, tantôt chiffonnés et peu consistants; on y observe, *parallèlement au contact et à une trentaine de centimètres de celui-ci*, des lentilles de quartz blanc entourées d'une auréole de chlorite et contenant de nombreux minéraux sulfurés.

La figure 4 montre les particularités du contact quand on se tourne vers l'Est et qu'on projette sur un même plan les différentes parties, en retraite vers l'Est, comprises entre les paliers.

Au niveau du premier palier, après enlèvement du revêtement de limon quaternaire et d'argile ypresienne, on observe la surface mame-

lonnée supérieure du gisement de porphyrite et les blocs roulés qui la parsèment (fig. 5 et 6).

C'est au sommet de la porphyrite que M. G. Cosyns a découvert un poudingue très intéressant. Une visite détaillée par MM. Mathieu et Cosyns à la carrière leur a permis d'établir qu'il s'agissait d'un poudingue remplissant les interstices entre les pointements arrondis de porphyrite de la surface mamelonnée. Les excursionnistes ont pu s'en convaincre.

Ce poudingue, dont des échantillons ont été présentés à la Société belge de Géologie lors de la séance du 20 avril dernier, est du plus haut intérêt ; il contient des cailloux roulés de quartz blanc, de porphyrite, de quartzite, de phtanite (ou de chert) et de roches cristallines pouvant dépasser la grosseur d'un œuf de poule. Ces cailloux sont noyés, sans se toucher, dans un *grès* composé de grains de quartz hyalin et de phtanite (ou de chert) et d'un ciment *calcaire*. Ce poudingue est extrêmement dur.

Lors de l'excursion, on met en discussion l'âge de ce poudingue, question de la plus haute importance et qui serait de nature à préciser peut-être l'âge de la porphyrite. L'avis est émis qu'il pourrait s'agir d'un poudingue antérieur à l'époque tertiaire.

Pendant la discussion, M. Mathieu, en examinant de plus près un bloc de poudingue, y découvre une dent de squale. Celle-ci sera déterminée ultérieurement par un spécialiste, ce qui permettra de fixer sans doute l'âge de la roche.

M. Hankar-Urban persiste à croire qu'il s'agit bien, comme il en a émis l'idée dans la séance du 20 avril 1910, d'une forme nouvelle de la base de l'Ypresien.

L'excursion se termine, sur ce nouveau fait acquis, avec l'impression que la roche de Quenast, malgré les études approfondies de Renard et de la Vallée Poussin, présente encore un vaste champ de recherches et peut ménager des surprises à ceux qui s'efforcent actuellement de lui arracher son « privilège d'obscurité ».

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 17 MAI 1910

Pages.

Approbation du procès-verbal de la séance d'avril. 165

Observation de M. Putzeys 165

Erratum 168

Congrès scientifique international américain 168

Exposition internationale d'hygiène. Dresde 1911. 169

Correspondance. 171

Dons et envois reçus 172

Élection de nouveaux membres effectifs 173

P. Gröber. Résultats tectoniques d'un voyage en Asie centrale. (Inséré aux *Mémoires.*) 173

P. Gröber. Comparaison des zones du Carboniférien de la bande des Écaussines et de la région de Modave. (Inséré aux *Mémoires.*). 173

G. Richert. Traité d'Hydrologie. (Sera résumé en juin.). 173

G. Cosyns. Note sur le gisement de calcite et d'anthracite du Calcaire viséen des carrières des fours à chaux de Richelle 174

X. Stainier. Sur quelques gisements de dolomies carbonifères . . 176

X. Stainier. Mode de formation de la grande brèche du Carbonifère . . . 188

Discussion 196

Annexe a la séance.

E. Mathieu. Compte rendu sommaire de l'excursion du 24 avril 1910 aux Carrières de Quenast 197

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 21 JUIN 1910

Smithsonian Institution
NOV 26 1910
National Museum

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

SÉANCE MENSUELLE DU 21 JUIN 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 30 (peu de membres sont présents, vu l'extrême chaleur).

Communication du Bureau.

Le Bureau a décidé la participation de la Société à l'*Exposition internationale d'Hygiène de Dresde 1911*.

Il compte exposer la série des Études hydrologiques parues dans le *Bulletin* de la Société et fait appel à la bonne grâce des membres de la Société, priant les auteurs de communications hydrologiques de bien vouloir envoyer un tiré à part de leurs travaux au Secrétariat.

Pour assurer l'inscription au catalogue, il est désirable que cet envoi soit fait avant les vacances d'août.

Protestation au sujet du procès-verbal de la séance du 19 mai 1910.

M. le docteur A. Poskin a envoyé au Président la protestation suivante :

« Le procès-verbal de la séance de mai, qui relate les observations présentées par notre honorable collègue M. Putzeys, m'a produit « la plus fâcheuse impression ».

» La seconde communication sur la Rabdomancie avait été portée à l'ordre du jour de la séance d'avril, et puisque la première avait aussi produit sur notre collègue « une fâcheuse impression », il se devait à lui-même, il devait à la Société de nous apporter sa protestation à cette séance. Au lieu de quoi, à la séance suivante et sans me prévenir, notre collègue s'en vient protester bruyamment, quand je ne suis pas là pour lui répondre. Ce procédé, loin de favoriser l'examen des thèses en présence, amène des malentendus; il ne devrait être admis dans aucune société scientifique, et je proteste contre son emploi par M. Putzeys.

» En ce qui concerne la valeur de la Rabdomancie comme moyen de découvrir les sources, je dis et je répète dans ma communication que je n'ai aucune confiance en elle. Mais lorsque des ingénieurs éminents, quand des ingénieurs du service technique provincial de Liége, mis en présence d'un problème hydrologique à résoudre, ayant pour bagage la Carte géologique et leur grande expérience de la recherche des sources, déclarent qu'à tel endroit il n'y a pas de sources et que c'est folie d'y creuser un puits de recherches; quand ensuite le baguettisant vient affirmer qu'au même endroit il y a de l'eau; quand enfin, malgré toutes les données scientifiques, on découvre la source annoncée, il y a lieu d'être « troublé », non de croire à la faillite de la science.

» Il y a lieu de croire que la science actuelle n'est pas toujours en état de nous donner les renseignements que nous lui demandons, et ma demande d'enquête n'a d'autre but que de prouver une fois pour toutes que la Rabdomancie est moins apte que le savant à réussir; que si elle réussit là où le savant a échoué, c'est que le hasard est sans doute le *primum movens* de la baguette de coudrier.

» Il n'y a aucun discrédit ni pour la Société, ni pour ses membres, à vérifier les actes, non d'un illuminé, mais d'un homme honnête et de bonne foi. »

Le Secrétaire général déclare que M. Putzeys lui avait annoncé l'intention de discuter la proposition de M. Poskin; il regrette de ne l'avoir pas inscrit à l'ordre du jour, mais il n'avait pas reçu confirmation écrite de ce désir. Le procédé dont se plaint, à juste titre, M. Poskin lui est donc imputable.

Correspondance.

M. A. Kemna signale à l'attention de nos confrères les études entreprises sur les causes des tremblements de terre de Californie et publiées dans *Mining and Scientific Press* du 23 avril dernier.

Le Comité d'organisation du Xe Congrès international de Géographie annonce que ce Congrès se réunira à Rome du 15 au 22 octobre 1911, à l'occasion des Fêtes commémoratives de la proclamation du Royaume d'Italie.

Le montant de l'inscription est de 25 francs, à adresser à M. l'avocat Félice Cardon, trésorier du Comité d'organisation, Via del Plebiscito, 102, Rome.

Les circulaires relatives au Congrès peuvent être demandées à la même adresse.

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

6082 ... Revue économique internationale, Bruxelles, 1910. 7e année, volume II.

6083 Expédition antarctique belge. Résultats du voyage du S. Y. *Belgica*, en 1897-1898-1899, sous le commandement de A. de Gerlache de Gomery.

Rapports scientifiques publiés aux frais du Gouvernement belge, sous la direction de la Commission de la *Belgica*.

Volume I : G. Lecointe, Travaux hydrographiques et instructions nautiques (1er fascicule). Anvers, 1905, 110 pages, 29 planches et 7 cartes.

Volume II : Astronomie et physique du Globe. — Lecointe, G., Étude des chronomètres. Première partie : Méthodes et conclusions. Anvers, 1901, 62 pages et 5 figures.

Lecointe, G., Étude des chronomètres. Deuxième partie : Journaux et calculs. Anvers, 1901, 129 pages et 1 planche.

Lecointe, G., Mesures pendulaires. Anvers, 1907, 40 pages, 10 figures et 1 portrait.

Volumes III et IV : Météorologie. — Arctowsky, H., Rapport sur les observations météorologiques horaires. Anvers, 1904, 150 pages et 23 planches.

Dobrowolski, A., Observations des nuages. Anvers, 1903, 156 pages.

Dobrowolski, A., La neige et le givre. Anvers, 1903, 74 pages et 49 figures.

Arctowski, H., Phénomènes optiques de l'atmosphère. Journal des observations de météorologie optique faites à bord de la *Belgica*. Anvers, 1902, 47 pages et 36 figures.

Arctowski, H., Aurores australes. Anvers, 1902, 64 pages, 2 planches et 36 figures.

Arctowski, H., et Mill, H.-R., Relations thermiques. Rapport sur les observations thermométriques faites aux stations de sondages. Anvers, 1908, 36 pages et 4 figures.

Volume V : Océanographie et géologie. — Toulet, M.-J., Détermination de la densité de l'eau de mer. Anvers, 1902, 24 pages et 1 planche.

Arctowski, H., et Toulet, J., Rapport sur les densités de l'eau de mer observées à bord de la *Belgica*. Anvers, 1902, 23 pages et 5 figures.

Arctowski, H., Les glaces. Glace de mer et banquises. Anvers, 1908, 55 pages et 7 planches.

Arctowski, H., Les glaciers. Glaciers actuels et vestiges de leur ancienne extension. Anvers, 1908, 74 pages, 34 figures et 18 planches.

Pelican, A., Petrographische Untersuchung der Gesteinsproben. I. Theil, 50 pages et 2 planches.

Gilkinet, A., Quelques plantes fossiles des terres magellaniques. Anvers, 1909, 6 pages.

Volumes VI, VII, VIII et IX : Botanique et zoologie. — Van Heurck, H., Diatomées. Anvers, 1909, 128 pages et 13 planches.

Mmes Bommer, E., et Rousseau, M., Champignons. Anvers, 1905, 15 pages et 5 planches.

Wainio, Ed.-A., Lichens. Anvers, 1903, 46 pages et 4 planches.

Cardot, J., Mousses et coup d'œil sur la flore bryologique des terres magellaniques. Anvers, 1902, 48 pages et 14 planches.

Stephani, F., Hépatiques. Anvers, 1902, 6 pages.

De Wildeman, E., Les Phanérogames des terres magellaniques. Anvers, 1905, 222 pages et 23 planches.

Topsent, E., Spongiaires. Anvers, 1901, 54 pages, 5 planches.

Hartlaub, C., Hydroiden. Anvers, 1904, 19 pages et 4 planches.

Maas, O., Medusen. Anvers, 1906, 30 pages et 3 planches.

Jungersen, H.-F.-E., Pennatuliden. Anvers, 1907, 11 pages et 1 planche.

von Marenzeller, E., Madreporaria und Hydrocorallia. Anvers, 1903, 7 pages et 1 planche.

Carlgren, O., Actinarien. Anvers, 1903, 7 pages et 1 planche.

Hérouard, E., Holothuries. Anvers, 1906, 16 pages et 2 planches.

Ludwig, H., Seesterne. Anvers, 1903, 72 pages et 7 planches.

Koehler, R., Échinides et Ophiures. Anvers, 1902, 42 pages et 8 planches.

Böhmig, L., Turbellarien. Anvers, 1908, 32 pages et 2 planches.

Bürger, O., Nemertinen. Anvers, 1904, 10 pages et 2 planches.

De Man, J.-G., Nématodes libres. Anvers, 1904, 51 pages et 11 planches.

Waters, A.-W., Bryozoa. Anvers, 1904, 114 pages et 9 planches.

Joubin, L., Brachiopodes. Anvers, 1902, 12 pages et 2 planches.

Müller, G.-W., Ostracoden. Anvers, 1906, 8 pages et 1 planche.

Giesbrecht, W., Copepoden. Anvers, 1902, 49 pages et 13 planches.

Hoek, P.-P.-C., Cirripedia. Anvers, 1907, 9 pages.

Hansen, H.-J., Schizopoda and Cumacea. Anvers, 1908, 20 pages et 3 planches.

Trouessart, E., et Michael, A.-D., Acariens libres. 17 pages et 2 planches.

Neumann, L.-G., Acariens parasites. Anvers, 1903, 6 pages.

Simon, E., Araignées et Faucheurs. Anvers, 1903, 7 pages.

Attems, C., Myriapodes. Anvers, 1902, 5 pages et 1 planche.

Willems, V., Collemboles. Anvers, 1902, 19 pages et 4 planches.

Severin, G., Insectes (introduction). Anvers, 1906, 5 pages.

Brunner von Wattenwyl, C., Orthoptères. Anvers, 1906, 3 pages.

Bergroth, E., Hémiptères. Anvers, 1906, 1 page.

Rousseau, E., etc., Coléoptères. Anvers, 1906, 32 pages.

Tosquinet, J., Emery, C., André, E., Vachal, J., Hyménoptères. Anvers, 1906, 12 pages.

Jacobs, J.-C., Becker, T., et Rubsaamen, E.-H., Diptères. Anvers, 1906, 26 pages, 5 planches.

Plate, L., Scaphopoden. Anvers, 1908, 4 pages.

Pelseneer. P., Mollusques (Amphineures, Gastropodes et Lamellibranches). Anvers, 1903, 85 pages et 9 planches.

Joubin, L., Céphalopodes. Anvers, 1903, 2 pages.

Dollo, L., Poissons. Anvers, 1904, 240 pages et 12 planches (2 exemplaires).

Racovitza, E.-G., Cétacés. Anvers, 1903, 142 pages et 4 planches.

Leboucq, H., Organogénie des Pinnipèdes : I. Les extrémités. Anvers, 1904, 20 pages et 2 planches.

Barrett-Hamilton, G.-E.-H., Seals. Anvers, 1901, 17 pages et 1 planche.

6084 Memorials of Charles Darwin. A collection of manuscripts, portraits, medals, books and natural history specimens to commemorate the centenary of his birth and the fiftieth anniversary of the publication of *The origin of species*. (Second edition.) Londres, 1910. British Museum (Natural History). Special guide n° 4, 50 pages et 1 portrait.

6085 **Arctowski, H.**, Studies on climate and crops. Variations in the distribution of atmospheric pressure in North America. Extrait du *Bull. of the Amer. Geogr. Society*, vol. XLII, 1910, 13 pages et 5 figures.

6086 **Choffat, P.**, La géologie portugaise et l'œuvre de Nery Delgado. Lisbonne, 1909. Extrait du *Bull. de la Soc. portug. des Sc. nat.*, t. III, supp. I, 35 pages.

6087 **Delépine, G.**, Nouvelles observations sur le Calcaire carbonifère de Belgique. Note sur la présence à Denée (Belgique) de la faune du calcaire de Paire. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 428-433 et 439-442.

6088 **von Koenen, A.**, Die Polyptychites-Arten des Unteren Valanginien. Berlin, 1909. Extr. de *Abhandl. der kön. preuss. geol. Landesanstalt*, Neue Folge, Heft 59, 89 pages et un atlas de 33 planches.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

G. Delépine. — **Étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique.**

(Note complémentaire.)

En me relisant moi-même dans le premier fascicule des *Mémoires* de 1910 (t. XXIV), paru au commencement de ce mois (juin 1910), je lis en note de mon mémoire (p. 4) : « Les travaux de M. de Dorlodot et de plusieurs autres géologues belges, *et, en Angleterre, les travaux de M. Vaughan*, m'ont été d'un très grand secours dans mes recherches sur le Calcaire carbonifère. »

Dans la note rédigée sous cette forme, il y a une omission que je tiens à relever d'autant plus explicitement que j'avais eu soin de mentionner les faits que je rappelle ci-dessous dans ma communication orale de ce mémoire en séance de la Société, le 20 janvier 1910.

C'est, en effet, non seulement en Angleterre, mais aussi en Belgique que les travaux de M. Vaughan m'ont été d'un grand secours. Au cours

de l'année 1909, j'ai parcouru et revu avec lui les principales régions du Calcaire carbonifère de Belgique. Ses observations d'alors m'ont aidé à résoudre définitivement, par comparaison avec l'Angleterre, plusieurs des problèmes qui se posaient, en particulier dans le Hainaut.

Un certain nombre des fossiles qui ont servi à établir les listes publiées dans mon mémoire ont été déterminés par lui-même sur le terrain, et il a bien voulu revoir certaines de mes déterminations; j'aurai soin ailleurs d'en préciser le détail. Je suis heureux de saisir cette occasion pour exprimer de nouveau ma reconnaissance à M. le Dr Vaughan.

H. de Dorlodot. — **Rectification à propos d'un travail du Dr Gröber.**

Dans le fascicule des *Mémoires* de la Société qui vient de paraître, je trouve une allégation du Dr Paul Gröber que je tiens à relever sans retard.

A propos du Calcaire carbonifère de Feluy-Arquennes, M. Gröber écrit les lignes suivantes : « M. de Dorlodot cite une *Spiriferina* cf. *octoplicata*, trouvée au sommet de la carrière, à l'Est de l'écluse 29, et range ces couches dans le Tournaisien inférieur (*T1b*). »

Or, voici le seul passage de ma note qui ait pu donner lieu à cette affirmation de M. Gröber : « MM. de Dorlodot et Malaise ont trouvé, dans un banc situé à un niveau très élevé de cette carrière, deux beaux échantillons de *Spiriferina octoplicata*, ou du moins de la forme tournaisienne qu'on a l'habitude de désigner sous ce nom. » — Je me contente de constater un fait positif; mais je me garde bien d'en tirer la conclusion que m'attribue M. Gröber et qui était loin de ma pensée. L'assimilation, que je fais quelques lignes plus loin, au Calcaire d'Yvoir du calcaire à cherts, qui a été observé peu au-dessus du niveau où j'ai rencontré les fossiles en question, montre d'ailleurs assez clairement que je ne m'imaginais nullement qu'ils se trouvassent au niveau *T1b*; et cela est d'autant plus évident que je dis que cette trouvaille a été faite « vers le sommet » de la série calcaréo-schisteuse « assez épaisse », que je considère comme représentant, à Arquennes, le Tournaisien inférieur. Si je n'ai pas décrit la partie inférieure de cette série à Arquennes, c'est que, à cette époque, il n'en existait pas de belle coupe. Mais jamais je n'ai pu songer à assimiler les couches que je rangeais ici *vers le sommet* de l'assise d'Hastière aux couches qui, à Attre, occupent la base de cette assise.

Communications des membres.

A. Jérome et L. de Dorlodot. — **Puissance et composition des marnes du Keuper, à Habay.**

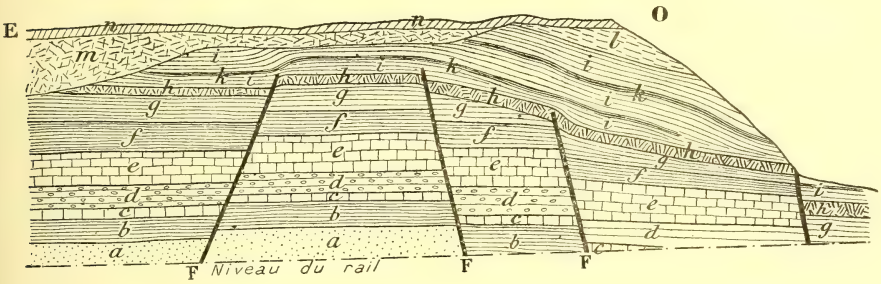
Une tranchée qui a mis à jour les marnes irisées dans la gare de Habay permet d'observer ces roches dans des conditions particulièrement favorables. On sait, en effet, que les marnes s'imprègnent facilement d'humidité et s'éboulent sous l'action des pluies de façon à empêcher toute observation nette au bout de fort peu de temps et que, de plus, leur faible inclinaison fait qu'on n'en peut observer généralement qu'une faible épaisseur sur une grande longueur de tranchée.

Les travaux exécutés dans la gare de Habay ont recoupé ces couches sur une paroi verticale de plus de 5 mètres, et l'observation de celles-ci offre un intérêt tout spécial du fait que des failles viennent compliquer l'allure en pente légère de ces couches en succession régulière en les divisant en tranches normales successivement effondrées qui, répétant les mêmes bancs, permettent d'en observer la succession sur une épaisseur plus importante que ne comporte la hauteur du talus. Celle-ci ne doit pas différer sensiblement de la puissance du Keuper dans la région et montre vraisemblablement sa partie supérieure — les marnes irisées — dans toute leur étendue. En effet, la partie la plus effondrée — vers la gare — comporte à son sommet une épaisseur de 1 mètre au moins de sable argileux brun verdâtre, qui correspond à la partie inférieure de l'étage rhétien que l'on est d'accord pour ranger dans le Lias inférieur. On peut d'ailleurs observer cette couche dans des conditions analogues dans la tranchée du vicinal d'Arlon vers Attert en stratification concordante entre les marnes d'Helmsingen et les marnes irisées. A quelque distance du point qui nous occupe, le long de la route de Habay-la-Vieille à la gare, on observe un mauvais affleurement des marnes recouvertes d'un peu de sable rhétien à faible distance des schistes coblenciens qui affleurent dans le village; ce qui permet d'estimer à moins de 10 mètres la puissance du Keuper.

Il paraît intéressant de noter qu'à 700 mètres de là, vers l'Ouest, on observe nettement le contact du sable rhétien avec les marnes, mais à la cote 375, ce qui correspond à une dénivellation de 9 mètres environ, occasionnée par la succession des failles normales. Les couches inclinent légèrement vers le Sud. Le calcaire compact magnésifère se

présente en bancs renflés par places ou en bancs arrondis à leurs extrémités ou en sphéroïdes aplatis enrobé généralement dans les marnes gris verdâtre. Le dessin ci-dessous est approximativement à l'échelle.

La coupe nous montre au total 6m15 répartis comme suit de bas en haut :



Coupe de la tranchée de la gare de Habay (flanc S.-O., près du viaduc de la route Habay-Étalle).

a. Banc de grès peu cohérent, présentant des alternances rouges et vertes, par place poudinguiforme et passant au poudingue à la base 1m15

b. Couche de marne gris verdâtre à la base, violacée au-dessus . . 0.68

c. Banc de calcaire dolomitique rouge brunâtre 0.19

d. Marne violette ou verdâtre avec minces bancs lenticulaires de dolomie blanchâtre à la partie supérieure. 0.40

e. Trois bancs de calcaire dolomitique coloré en rouge; la coloration est plus vive dans la région centrale et à droite 0.95

f. Bande marneuse rouge violacé, mince bande gris verdâtre au milieu 0.50

g. Marne gris-vert 0.60

h. Banc de dolomie blanc jaunâtre altérée, très fissuré suivant des directions irrégulières 0.20

i. Marne gris verdâtre : dans la partie centrale environ. 1.00

k. Linéoles d'argile violette dans la couche précédente.

l. Argile grisâtre altérée rhétienne 1.00

m. Éboulis : mélange d'argile rhétienne et de marne de Keuper ayant raviné les couches sous-jacentes . . . . . 0.40 à 0.50

n. Terre végétale 0.30

F. Failles.

Longueur : environ 20 mètres.

Épaisseur en tout : environ 7m50.

Eug. Maillieux. — Observations sur la nomenclature stratigraphique adoptée, en Belgique, pour le Dévonien et conséquences qui en découlent.

Mon intention, dans les lignes qui vont suivre, n'est nullement de faire le procès de la légende de la Carte géologique officielle. Mais il n'est pas défendu, je pense, de tenter d'améliorer cette légende, quelle que soit l'autorité de ceux qui l'ont créée, si des faits indiscutables prouvent surabondamment la nécessité d'une revision. Je ne suis pas le premier, du reste, à entrer dans cette voie, et il y a longtemps déjà que M. H. de Dorlodot a fait ressortir les inconvénients de la nomenclature infradévonienne adoptée par la Commission géologique de Belgique (1).

Ce qui m'engage à entamer cette question, dont j'ai eu déjà l'occasion de toucher quelques points (2), c'est, avant de remettre au Service géologique la mise au point d'une fraction de la Carte géologique de Belgique dont l'exécution m'a été confiée, le désir d'expliquer et de justifier la divergence d'opinions existant entre la Légende officielle et la manière de comprendre les subdivisions stratigraphiques à laquelle j'ai été forcément amené par la méthode paléontologique comparative.

Je n'ai pas à mettre en relief l'importance et les nombreuses raisons d'être, d'ordre primordial, de cette méthode : les nier serait nier l'évidence même ; et, sans contester l'utilité des caractères pétrographiques, il est clair que les critiques qu'il est permis d'adresser à la Légende officielle ont leur source essentielle dans l'importance prépondérante qui a été, presque toujours, attribuée à ces caractères en ce qui concerne le Dévonien.

Mais il convient de reconnaître que les problèmes ardus de la paléontologie primaire semblent avoir rebuté les géologues belges et que le

---

(1) Voir notamment : *Bull. Soc. belg. de Géol.*, t. XVI, 1900, Mém., pp. 157 à 164 ; *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXII, 1903, pp. 226 à 334, et t. XXXIII, 1904, pp. 8 à 25 et pp. 172 à 280 ; *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXII, 1908, Proc.-verb., pp. 215 à 219.

(2) *Bull. Soc. belge de Géol*, t. XXII, 1908, Proc.-verb., pp. 215 et suiv.; t. XXIII, 1909, Mém., pp. 324 et suivantes ; t. XXIV, 1910, Mém.

nombre des spécialistes qui ont entamé ou même effleuré cette matière est extrêmement restreint : il faut voir en ceci la cause de tout le mal.

La valeur de la paléontologie stratigraphique ne réside pas, selon moi, dans l'importance attribuée bien à tort à quelques espèces réputées caractéristiques, car il est avéré que, parmi ces formes que l'on croyait d'abord strictement limitées à des niveaux déterminés, certaines ont été observées ensuite soit plus haut, soit plus bas ! Certes, il en est qui remplissent les conditions voulues pour que leur présence soit considérée comme un critérium certain de l'âge des couches où elles gisent, mais il serait dangereux de s'appuyer uniquement sur des éléments aussi insuffisants. Il faut, pour arriver à des résultats certains, indiscutables :

1° S'attacher à l'étude de l'*ensemble* de chaque faune;

2° Tenir compte des variations d'une même espèce au cours de son extension verticale : si minimes que soient les changements des caractères, ils ont souvent leur importance pour la caractéristique des niveaux;

3° Comparer entre eux tous les ensembles fauniques, en observant avec soin les conséquences possibles de l'influence des conditions biologiques;

4° Comparer ensuite ces faunes avec les faunes signalées dans les endroits typiques indigènes ou de l'étranger.

Les conclusions en découlent d'elles-mêmes, et l'on est armé de toutes pièces pour combattre les objections.

I. Dévonien inférieur.

Je n'ai rien à dire au sujet du Gedinnien, dont l'étude a été confiée à notre savant confrère M. Leriche, de Lille. Je n'aborderai pas non plus la question famennienne avant que notre éminent collègue et ami le Dr Fritz Drevermann, de Francfort, en ait revisé la faune, ce qu'il doit faire incessamment. Mes observations ci-après consignées ne porteront donc que sur les couches comprises entre la base du Taunusien et le sommet du Frasnien.

Il me paraît inutile de m'étendre trop longuement sur la manière dont j'envisage les subdivisions du Dévonien inférieur et que j'ai justifiée notamment dans un travail récent qui paraîtra prochainement dans les *Mémoires* de la Société ; mais il convient d'en dire quelques mots.

D'accord en ceci avec M. H. de Dorlodot, puisqu'on a pris, pour ces couches, des termes de comparaison dans la région rhénane, je crois qu'on ne contestera pas la nécessité imposée par la logique, de cesser d'appeler coblentziennes, coblenziennes ou coblenciennes, des couches qui n'existent pas aux environs de Coblence et qui ne sont pas représentées dans ce qu'on pourrait appeler Coblencien en Allemagne ; comme aussi, si l'on veut continuer à usiter ce terme, l'obligation de ne pas en écarter précisément ce qui en constitue la majeure partie dans les régions d'Outre-Rhin. Le contraire serait d'autant moins excusable, que la similitude des faunes avec les faunes rhénanes permet d'établir le synchronisme des couches qui les renferment. C'est pourquoi on ne doit pas hésiter à scinder l'étage coblenzien (*au sens de M. Gosselet*) et à y établir deux étages correspondant aux divisions admises par les géologues allemands : l'une comprenant toutes les couches dont la faune est semblable à celle de la *Siegener Grauwacke*, l'autre renfermant tous les niveaux où l'on retrouve les éléments fauniques des *Coblenzschichten*.

M. de Dorlodot a proposé, pour les premières, le nom de *Siegenien*, par analogie avec le nom qu'elles portent au delà du Rhin, et pour les seconds, afin d'éviter la confusion qui résulterait de l'application du nom *Coblencien* auquel, depuis Dumont, on a déjà donné tant de sens différents, le nom d'*Emsien* qui répond aussi parfaitement à sa destination. Je les adopte, pour ma part, avec la conviction qu'on les usitera avant peu, à moins que, par un amour-propre mal placé, la Commission ne veuille malgré tout maintenir un *statu quo* que rien ne justifie.

Le Dévonien inférieur comprend ainsi trois grandes divisions principales :

1. Le *Gedinnien ;*
2. Le *Siegenien ;*
3. L'*Emsien.*

Le *Siegenien* renferme ce qu'on pourrait appeler :

A. Le *Taunusien*, ou assise inférieure, se présentant sous trois aspects ou facies différents mais contemporains :

a) Le grès d'Anor, ou facies anoreux ;

b) Les grès et grauwacke de Mirwart, ou facies emseux ;

c) Les phyllades d'Alle, ou facies alleux.

B. Le *Hunsrückien*, ou assise supérieure, composé de deux niveaux :

1° L'inférieur, à faune de Seifen ;

2° Le supérieur, où commencent à apparaître quelques formes qui se développeront plus particulièrement au cours de la période suivante.

Taunusien et Hunsrückien correspondent au *Cb1* et aux deux tiers du *Cb2* de la légende. Les *Spirifer primœvus*, *Bischofi*, *excavatus* et *solitarius*, et les grandes *Stropheodonta* (*Str. gigas* et *Str. herculea*) y ont vécu côte à côte avec les *Renssellœria* et s'y sont éteints. Quant au sommet du *Cb2* de la Carte, il renferme, comme j'ai eu l'occasion de le signaler précédemment, la faune classique des *untere Coblenzschichten* d'Oberstadtfeld et se range conséquemment dans l'étage *emsien* dont il occupe la base. M. Dupont, dont on connaît le grand talent d'observation, n'avait pas hésité à ranger dans son étage *érezéen* (= *Ahrien*) les gîtes du sommet *Cb2* de la Carte, et l'on doit regretter que les circonstances ne lui aient pas permis d'achever, avec l'exploration du Dévonien, la carte géologique qu'il avait commencée avec tant de science et d'esprit de précision.

L'*Emsien* comprend également deux assises :

A. L'*Ahrien* ou *Daunien* (*untere Coblenzschichten*), assise inférieure, avec deux niveaux, dont celui de base se rencontre sous deux facies différents :

a. Le grès blanc de Mormont, facies anoreux;

b. Les grauwacke, grès et psammite de Pesche et de Grupont, facies emseux, constitués par le sommet du *Cb2* de la Carte.

Le niveau supérieur de l'Ahrien est formé par le grès de Vireux proprement dit, dont les éléments fauniques commencent à subir certaines transformations qui nous amènent insensiblement à la faune de l'Emsien supérieur, ou *Burnotien*.

B. Le *Burnotien*, assise supérieure, qui comporte également deux niveaux ou zones.

La zone inférieure (*Coblenzquarzit*) n'est autre que l'étage *burnotien Bt* de la Carte (roches rouges de Winenne), dont le peu d'importance ne justifie nullement le rang auquel l'a élevé la Commission géologique, car ce n'est même pas une *assise*, mais une simple *zone*.

La zone supérieure (*obere Coblenzschichten*) comprend la partie inférieure de la grauwacke d'Hierges de M. Gosselet (zone à *Sp. arduennensis*) ou du *Coa* de la Carte.

On sait que M. Gosselet, après avoir d'abord séparé les couches à *Sp. arduennensis* des couches à *Sp. cultrijugatus*, les a ensuite réunies sous le nom de *grauwacke d'Hierges* pour un motif de plus grande facilité, tout en faisant des réserves. Il n'est pas très aisé, disait-il, de

les séparer sur le terrain à cause de la similitude de la roche quand elle est altérée. C'est un peu vrai, mais est-il plus difficile de tracer une ligne de démarcation entre la *grauwacke* à *Sp. arduennensis* et les *schistes calcareux* à *Sp. cultrijugatus* qu'entre ces derniers et les schistes de base de l'assise à *Calcéoles?* Je ne le pense pas, car l'aspect de ceux-ci est parfois tellement trompeur qu'on pourrait s'y méprendre. Il suffit, du reste, d'un peu d'attention pour se tirer d'affaire dans l'un comme dans l'autre cas.

Il n'y a donc pas à hésiter, et l'on peut franchement — on doit même — adopter la première manière de voir de M. Gosselet, qui est la plus logique.

Vu les affinités fauniques, alors que les couches à *Sp. arduennensis* appartiennent encore au Dévonien inférieur, les couches à *Sp. cultrijugatus*, dont la faune est nettement eifelienne, constituent la base du Dévonien moyen.

La zone supérieure du *Burnotien* possède aussi deux facies :

a. Le quartzite de Bierlé et de Traimont (bassin du Luxembourg), ou facies anoreux;

b. La grauwacke à *Sp. arduennensis*, ou facies emseux.

La faune emsienne diffère nettement de la faune siegenienne, et ce fait très important justifie suffisamment le groupement en deux étages des couches qui composent cette partie de l'Infradévonien.

En même temps que les *Sp. primœvus*, *Bischofi* et *solitarius* ont complètement disparu, nous voyons se développer, pendant l'*Ahrien*, le *Sp. paradoxus* var. *hercyniæ*, dont l'apparition date déjà du *Hunsrückien* et qui s'éteint dans la grauwacke à *Sp. arduennensis*, où il est remplacé par la forme typique du *Sp. paradoxus*. Le *Sp. arduennensis*, assez abondant déjà dans l'*Ahrien*, où il succède à son proche parent le *latestriatus*, atteint son plein épanouissement dans la zone qu'il caractérise (grauwacke inférieure d'Hierges), zone dans laquelle le groupe du *Sp. solitarius* est représenté par les *Sp. daleidensis* typus et mut. *Jouberti*. Les *Stropheodonta gigas* et *herculea* ont fait place, dans l'*Ahrien*, à une forme voisine mais différente de la première, que M. Drevermann a dénommée *Stroph.* aff. *gigas*, et si *Stropheodonta Murchisoni* a survécu depuis le *Taunusien* jusque dans le *Burnotien supérieur*, *Stropheodonta Segdwicki* du *Taunusien* a subi des modifications qui, selon les caractères, lui ont valu les noms de *Stroph. virgata* et *Stroph. fascigera*, formes plutôt spéciales à l'*Ahrien*. *Orthothetes ingens* a disparu et est remplacé par *Orthothetes umbraculum*. Enfin, l'*Orthis personata* n'existe plus, et les caractères de l'*Orthis provulvaria*

ont subi des transformations suffisantes pour justifier l'application d'un nom spécifique différent (*Orthis vulvaria*). Et puisque je cite cette espèce, qu'on me permette, à son sujet, une légère digression.

L'évolution des caractères de l'*Orthis* (*Schizophoria*) *provulvaria* au cours de son extension verticale est particulièrement intéressante à suivre, car elle constitue précisément un exemple de l'importance, signalée plus haut, au point de vue de la stratigraphie, de l'étude des variations d'une espèce dans le temps.

Alors, en effet, que la période siegenienne a vu naître et s'éteindre la forme primordiale *provulvaria*, l'époque emsienne, qui lui succéda, fut témoin du développement d'une forme issue de la précédente, mais modifiée surtout dans ses caractères internes (*vulvaria*), laquelle, elle-même, n'atteignit pas le Dévonien moyen tout en s'y substituant la forme *striatula*. Celle-ci s'est propagée jusqu'au sommet du Dévonien supérieur, mais avec certaines modifications que je me propose d'établir quelque jour, car la forme du Couvinien, qui semble également s'observer dans l'étage de Givet, n'est pas absolument identique à celle qu'on rencontre si abondamment répandue dans les schistes et calcaires de Frasnes.

La constance des caractères dans chaque stade d'évolution, correspondant à des périodes déterminées, constitue incontestablement pour la stratigraphie un élément déterminatif des plus précieux.

II. — Dévonien moyen.

Il est regrettable que la légende de la Carte fasse entrer, à la base et au sommet du Dévonien moyen, des termes que cette assimilation écarte de leurs affinités respectives les plus directes.

En ce qui concerne la base, si, comme l'a fait en dernier lieu notre éminent confrère M. J. Gosselet, on considère comme parties intimes d'une même assise les deux termes de la grauwacke d'Hierges et qu'on les réunisse, à l'exemple de la Commission géologique, sous un même vocable (*Coa* ou autre), ce n'est pas un motif pour ranger, comme l'a fait cette Commission, tout l'ensemble dans le Dévonien moyen, étant donné que la partie *prépondérante* de la grauwacke d'Hierges ainsi comprise est incontestablement la zone inférieure ou zone à *Sp. arduennensis*, à faune absolument *coblencienne*, c'est-à-dire infradévonique! Quelque eifeliennes que soient les affinités fauniques de la zone supérieure, on ne peut dans tous les cas y voir que la manifestation d'une faune de transition entre le Coblencien et l'Eifelien, à

laquelle aucune raison, conventionnelle ou autre, n'assigne, *dans le cas présentement évoqué*, une place déterminée soit au sommet du groupe inférieur, soit à la base du groupe moyen. Il s'ensuit que, *dans l'hypothèse de la réunion des deux zones de la grauwacke d'Hierges*, c'est dans le groupe inférieur qu'il convient logiquement de placer l'ensemble. On se rappelle du reste que M. Gosselet a protesté énergiquement contre la réunion de cet ensemble au Couvinien, et ce n'était pas sans raison.

Mais si l'on veut attribuer à l'homogénéité des caractères fauniques d'un même groupe toute l'importance capitale qu'elle mérite, combien n'est-il pas préférable, dans l'intérêt de la clarté et de la simplicité, de cesser d'unir deux niveaux dont les faunes n'ont presque plus rien de commun et possèdent des affinités pour ainsi dire opposées ! Et comme dans la zone de transition (ou zone à *Sp. cultrijugatus*) la prédominance est acquise aux affinités eifeliennes, il y a tout avantage à la ranger à la base du groupe moyen. De la sorte, l'ensemble des caractères des deux groupes y gagnera l'avantage sensible d'être plus homogène et, par suite, plus logique et plus précis.

Une remarque à peu près semblable s'applique aux couches dont la Commission géologique a fait le sommet du Dévonien moyen et qu'elle a dénommées *Givétien supérieur* = *Gvb*. Je ne veux parler ici que du *Gvb* du bord Sud du bassin de Dinant et des couches qui, dans le bord Nord du même bassin, ainsi que dans le bassin de Namur, leur sont contemporaines, et je fais des réserves au sujet de la synchronisation absolue de ces dépôts avec tous les niveaux désignés sous le même vocable dans le bassin de Namur et le bord Nord du bassin dinantais, qui m'inspire des doutes assez sérieux. La question me paraît assez embrouillée encore dans le bassin de Namur et nécessitera une étude spéciale qu'une exploration minutieuse seule pourra étayer de preuves certaines. Mais ce que je puis dire quant à présent, c'est que le Musée royal d'Histoire naturelle possède, de localités telles que Fleurus, Emines, Le Chenoy, Humerée, Bovesse, Beaufaux, des éléments fauniques qui, par leurs caractères, présentent de frappantes analogies avec ceux qu'on observe dans la partie supérieure du *Gvb* de la bordure méridionale du bassin de Dinant. La roche elle-même est identique : elle consiste en un calcaire gris foncé, à grain très fin, à cassure très vive. Parfois le calcaire est très argileux, et d'après les échantillons il semble y avoir, entre certains bancs, intercalation de délits schisteux. Au point de vue faunique, tout comme dans le sommet du *Gvb* méridional dinantais, foisonne un Pélécypode qu'on a confondu

jusqu'ici avec *Aviculopecten Neptuni* de Goldfuss, que Beushausen a ensuite assimilé à *Limanomia Grayiana* de Bouchard, mais qui est plutôt un *Lyriopecten* nov. sp. dont je dirai quelques mots plus loin. A côté existe le même *Spirifer* (*Sp. tenticulum*) se manifestant sous les mêmes formes. A en juger par l'annotation relative au gîte que portent certains échantillons du Musée, c'est vraisemblablement dans les mêmes couches que se rencontre également le *Spirifer pentameroïdes* décrit par M. X. Stainier [1] et appartenant à la partie supérieure du calcaire d'Humerée.

C'est ici, à n'en pas douter, qu'il convient de chercher l'équivalent des couches à *? Lyriopecten* nov. sp. (= pseudo *Aviculopecten Neptuni*) du sommet du *Gvb* sud-dinantais. Or, un fragment de calcaire argileux recueilli à Bovesse porte, avec de nombreux *? Lyriopecten* identiques à l'espèce précitée, une grande valve de *Sp. Bouchardi* mut. *Belliloci* reconnaissable à la surélévation prononcée des deux côtes bordant le sinus. On se rappelle que le *Belliloci* n'est même pas la forme la plus ancienne du *Bouchardi* que M. Rigaux a dénommée *Dorlodoti* et que toutes les mutations du *Bouchardi* sont d'âge absolument frasnien. Il faut dès lors admettre :

1° Ou bien que la légende de la Carte confond, dans son *Frb*, des couches d'âges différents, dont les plus anciennes seraient homotaxes des couches à *Sp. pentameroïdes* et, partant, du sommet du *Gvb* sud-dinantais;

2° Ou bien, ce qui paraît encore possible mais moins probable, qu'il y a apparition plus tardive, ou plus longue survivance, dans les régions namuroise et nord-dinantaise, de la faune des couches à *Lyriopecten* sud-dinantaises.

Dans tous les cas, la faune à *Lyriopecten* semble, comme je l'ai exposé plus haut, exister au sommet du calcaire d'Humerée, dans la partie inférieure duquel on trouve le *Stringocephalus Burtini*, et dont la Carte, si je ne me trompe, considère l'ensemble comme plus ancien que ce qu'elle dénomme *Gvb*. Ce n'est que plus tard, lorsque j'aborderai l'étude de la faune frasnienne, qu'il me sera possible de chercher à mettre définitivement au point cette question encore un peu douteuse. Je me bornerai, quant à présent, à examiner les affinités de la faune du *Gvb* dans la région sud-dinantaise. Qu'on me permette de com-

---

[1] *Annales Soc. géol. de Belgique*, t. XIV, 1887, Mém., pp. 75 et suivantes; voir notamment la note 1, p. 80.

mencer par l'étude rapide du mollusque Pélécypode dont il vient d'être fait mention.

? Lyriopecten *nov. sp. confer* Priamus *Hall : Paleont. of New York, vol. V, pl. X, fig. 2.*

Confondu longtemps avec *Aviculopecten Neptuni* Goldfuss, ce bivalve en diffère cependant par l'absence constante de l'oreillette antérieure.

Béclard, le premier, avait remarqué les dissemblances existant entre cette forme et l'espèce créée par Goldfuss. Il l'avait rapprochée de la *Limanomia Grayiana* Bouchard, mais sans motiver sa manière de voir, se bornant au libellé d'une étiquette.

Beushausen, lorsqu'il entreprit l'étude des Lamellibranches dévoniens du Musée, œuvre qu'une mort prématurée ne lui permit pas d'achever, avait également assimilé la forme dont il s'agit à l'espèce de Bouchard-Chantereaux. Il explique longuement son opinion dans un mémoire inédit qui sera publié ultérieurement par les soins du Musée.

Depuis longtemps, j'avais constaté qu'on n'était nullement en présence d'un *Aviculopecten sensu stricto*, mais j'avais d'abord réservé mon avis, parce que j'ignorais si l'*Aviculopecten Neptuni* figuré par Goldfuss (*Petrefacta Germaniæ*, pl. XVI, fig. 4) était la représentation exacte de l'espèce qu'il avait en vue ou si l'on n'avait affaire, dans la planche susdite, qu'à une reconstitution idéale en ce qui concerne la partie cardinale, souvent mal conservée. Il s'agit bien, en effet, d'une reconstitution; mais Beushausen, qui a eu sous les yeux un moulage du type décrit par Goldfuss, a constaté que le dessin de l'auteur a été complété d'une manière exacte et que, malgré que l'oreillette antérieure soit un peu défectueuse, les stries d'accroissement démontrent qu'elle a eu la forme indiquée et que Goldfuss avait parfaitement en vue une coquille pectiniforme munie de deux oreillettes bien définies.

En attendant d'avoir abordé définitivement l'étude de la faune du Frasnien, j'avais, sur la foi de la haute autorité de Beushausen, adopté comme lui, pour cette espèce, le nom de *Limanomia Grayiana*, bien que les nombreux échantillons que j'ai eus jusqu'ici sous les yeux ne m'eussent point paru absolument identifiables aux spécimens de *L. Grayiana* du Boulonnais, assez mal conservés il est vrai, que je possède. L'attribution de cette coquille au genre *Limanomia* surtout m'inspirait des doutes assez sérieux. Créé par Bouchard en 1850 pour des bivalves fixés, de la famille des *Anomiidæ*, ce genre est caractérisé :

1° Par la forme irrégulière, allongée, inéquilatérale de la coquille;

2° Par l'amincissement considérable de la partie supérieure des valves, qui a presque toujours disparu pendant la fossilisation. Bouchard et, après lui, M. Rigaux ont pensé même que la coquille devait vraisemblablement être composée de deux calcites différentes dont l'une, plus soluble et ayant constitué la partie supérieure, n'a pas résisté. Cette opinion assez hypothétique demande confirmation;

3° Par l'échancrure triangulaire existant près du crochet de la valve inférieure (ou valve droite), sous l'oreillette, et servant de passage au byssus destiné à fixer la coquille;

4° Par un osselet ou cheville calcaire triangulaire, qui n'est autre que le byssus calcifié, traversant la valve droite;

5° Par la forme aplatie de la valve droite et la forme légèrement bombée de la valve gauche (ou valve supérieure).

Aucun des échantillons que j'ai pu examiner ne m'a montré clairement l'ensemble de ces caractères. L'amincissement relativement considérable de la partie supérieure ne paraît pas exister, et cette région de la coquille a subsisté généralement, contrairement à ce qu'on observe chez *Limanomia Grayiana* du Boulonnais. La valve droite (ou inférieure) n'existe que très rarement, et je ne connais jusqu'ici que deux échantillons qui pourraient être attribués à cette valve : encore l'un d'eux est-il douteux et en mauvais état. Tous deux proviennent d'Emines. Le spécimen le mieux conservé montre, en effet, une forme aplatie, même légèrement concave (déformation?). Devant le crochet existe une aréa ligamentaire sillonnée, limitée, en arrière, par une arête comparable à celle qu'on observe chez *Lyriopecten anomiæformis* Hall (Cf. *Paleont. of New York*, vol. V, pl. IV, fig. 10) et portant au-dessous de l'aréa une fente byssale très petite. Il y a bien quelque rapport avec la caractéristique de *Limanomia Grayiana*, mais l'aréa ligamentaire sillonnée et la fente byssale peuvent aussi bien appartenir à un *Pectinidæ* fixé par un byssus corné qu'à un *Anomiidae* fixé par une cheville calcifiée, puisque ces caractères s'observent aussi chez *Lyriopecten*. L'impression palléale est inconnue. Du reste, elle est simple aussi bien chez les Pectinides que chez les Anomiides. On ne connaît pas non plus les impressions des adducteurs.

En somme, les caractères connus sont plutôt ceux des *Lyriopecten* que des *Limanomia*, et Beushausen, dans son mémoire inédit, reconnaît lui-même, dans tous les cas, que les caractères *spécifiques* ne sont pas absolument ceux de *Limanomia Grayiana*, notamment en ce qui concerne la valve droite (ou inférieure), et il part de ce qu'il a observé sur les deux spécimens de valves droites du Musée pour contester que

chez *L. Grayiana* les côtes rayonnantes sont, à cette valve, aplaties et plus larges que les sillons séparatifs, contrairement à ce qu'on observe sur la valve gauche, où les intervalles sont plus larges que les côtes. Or, ceci constitue la caractéristique essentielle indiquée par Bouchard. Il est, dès lors, incontestable que Beushausen s'est mépris.

Comme caractéristique de l'ornementation de la forme belge que nous examinons ici, on peut signaler :

a. La grande variabilité des côtes rayonnantes en ce qui concerne leur nombre, leurs dimensions, le rapport de leur largeur à celle des intervalles et, enfin, leur forme : parfois simples, parfois bifides, elles sont parfois même trichotomes, sans que ces divisions soient assez profondes pour former des côtes indépendantes;

b. La même variabilité dans l'absence ou l'existence de côtes intermédiaires entre les côtes principales, et dans le nombre et la force de ces côtes intermédiaires;

c. L'analogie de l'ornementation des deux valves, bien que les côtes de la valve droite paraissent plus faibles ;

d. L'irrégularité des côtes, qui changent parfois totalement d'aspect après un stade d'accroissement et ne sont pas toujours rectilignes. Ceci est dû au mode irrégulier d'accroissement des valves;

e. La régularité de l'ornementation de l'oreillette postérieure.

Ces caractères sont, pour la plupart, étrangers à l'ornementation de *Limanomia Grayiana.*

J'ai eu récemment la bonne fortune de soumettre à M. Edmond Rigaux, de passage à Bruxelles, les échantillons de notre pseudo *Limanomia Grayiana.* Nul mieux que notre savant collègue de Boulogne ne pouvait confirmer ou infirmer mes doutes, et, précisément, il est d'avis que non seulement le bivalve en question n'a rien de commun avec l'espèce de Bouchard-Chantereaux, mais il lui paraît certain qu'il n'appartient pas au genre *Limanomia.*

Malgré les nombreux échantillons que j'ai pu étudier, je ne crois pas possible encore de fixer suffisamment l'espèce, ni même de préciser absolument le genre auquel on doit l'attribuer. En vertu des affinités reconnues jusqu'ici, je suis d'avis que nous sommes en présence du genre, ou plutôt du sous-genre *Lyriopecten* Hall (non Conrad), dans lequel je range, quoique encore avec un certain doute, l'espèce belge. Une forme voisine, mais différente, est *Lyriopecten Priamus* Hall, du *Chemung group* (cf. Hall, *Paleont. of New York*, vol. V, pl. X, fig. 2).

On pourrait en déduire que l'un de mes arguments pour ranger dans le Frasnien les couches à *? Lyriopecten* n'existe plus et que, n'ayant

plus affaire à *Limanomia Grayiana*, espèce frasnienne, l'âge du gisement reste douteux et peut aussi bien appartenir au Givétien qu'au Frasnien ; d'autant plus que je dois renoncer momentanément à tirer parti de la valeur documentaire de l'échantillon de Le Chenoy, signalé plus haut et portant un exemplaire de *Spirifer Bouchardi* mut. *Belliloci*. Mais à cela je répondrai que j'ai recueilli en assez grande abondance, dans ces mêmes couches à *? Lyriopecten*, trois *Spirifères* incontestablement frasniens : *Sp. tenticulum* M. V. K., *Spirifer Verneuili* Murch. et *Sp. Orbelianus* Abich, dont la présence ne permet plus d'envisager ces couches comme d'âge givétien, à moins de renoncer à la valeur stratigraphique des affinités de la faune.

Très probablement — et c'est dès à présent ma conviction — faudra-t-il voir avec M. Gosselet, dans le Calcaire à *Stromatoporoïdes* qui forme le substratum des couches à *? Lyriopecten* nov. sp. et à *Phacellophyllum cæspitosum*, purement et simplement la base du Frasnien et ne laisser dans le Givétien que le Calcaire à *Stringocéphales* avec les schistes à *Sp. undiferus* (*Cobn* ex parte) qui en forment la base.

En tenant compte de ce qui précède, le Dévonien moyen comprend deux étages bien distincts, composés principalement de schistes et de calcaires :

1° Le Couvinien;

2° Le Givétien.

Le Couvinien se compose des couches suivantes :

a. Schistes calcareux à *Sp. cultrijugatus*, *Uncinulus Orbignyanus*. Apparition de la *Calceola sandalina*.

b. Schistes et calcaires de Couvin proprement dits.

1. Schistes de base — faune peu nombreuse et encore assez peu connue. Le *Sp. cultrijugatus* semble éteint.
2. Calcaire de base, à *Stromatopores*, à polypiers discoïdes ou en masses globuleuses (*Favosites polymorpha*, *Heliolites porosa*, *Alveolites*, etc.), polypiers branchus (*Favosites* [*Pachypora*] *cervicornis*), *Trilobites* (*Dechenella*, *Proetus*, *Phacops*) et Crinoïdes (*Lecithocrinus*, *Cupressocrinus*, etc.).

   Dans ces deux horizons, la *Calcéole* est encore relativement rare.
3. Schistes à nodules calcaires avec parfois intercalation de bancs de calcaire très argileux. Épanouissement du *Sp. speciosus*. La *Calcéole* prend un grand développement. *Harpes macrocephalus* et *Phacops latifrons* très abondants. Apparition de la faune céphalopodique (*Orthoceras*, *Gyroceras*, *Gomphoceras*), qui se développera surtout au niveau suivant.

4. Calcaire du sommet, à *Orthoceras nodulosum*, grands *Gyrocères*, etc. Épanouissement de la *Calcéole*, qui s'y éteint. Le *Sp. speciosus* devient très rare et disparaît.

La légende range dans la même assise (*Cobn, m.*) les schistes qui surmontent le calcaire du sommet.

La présence constante, dans ces couches, de la forme givétienne du *Spirifer* (*Brachythyris*) *undiferus* (très abondant), associée avec *Stringocephalus Burtini* (assez rare), ne me permet pas de partager cet avis. On pourra objecter que le *Sp. undiferus* descend plus bas et qu'il se rencontre déjà dès la base de l'Ahrien, sinon dans l'Hunsrückien. C'est vrai, mais il s'y manifeste sous un aspect tellement différent, qu'on a donné à la forme primordiale un autre nom spécifique (*Sp. unduliferus*), parfaitement justifié. De plus, la forme typique de l'*undiferus* est, avec raison, considérée comme cantonnée dans le Givétien, à tel point que les individus qui ont survécu dans le Frasnien et qu'on rencontre parfois dans les couches à *Receptaculites Neptuni* ne sont pas absolument identiques à la forme type, dont ils constituent une mutation sinon une variété.

On sait qu'il existe dans l'Eifel, entre les couches à *Calcéoles* et le calcaire à *Stringocéphales*, une zone de calcaire schisteux crinoïdique, que les géologues rhénans placent à la base du Givétien, sous le nom de *Crinoïdenschicht*. Cette zone est relativement peu épaisse, mais elle atteint un développement trop considérable (10 à 20 mètres) comparativement à celui des schistes ci-dessus mentionnés (3 à 5 mètres), pour qu'on puisse les envisager comme absolument équivalents, d'autant plus que la faune typique du calcaire crinoïdique allemand n'a pas été rencontrée encore chez nous.

M. Gosselet (*L'Ardenne*, p. 407) considère comme homotaxe de cette zone rhénane le calcaire couvinien du sommet ou calcaire à *Orthoceras nodulosum*, qu'il maintient du reste dans son étage couvinien. Malgré la haute autorité de l'auteur cité, l'abondance de la *Calceola sandalina* à la base de ce calcaire m'inciterait difficilement à partager entièrement son appréciation au sujet de la synchronisation des couches, en ce qui concerne cette base du moins, car il convient de dire qu'à la partie supérieure de ce même calcaire la Calcéole est, sinon anéantie, du moins considérablement raréfiée, et le Calcaire lui-même a subi une transformation assez appréciable au point de vue de la teneur en silicate d'alumine, beaucoup moindre au sommet qu'à la base; mais, outre que ce dernier point n'offre qu'un intérêt très accessoire, il ne saurait être question de scinder une masse calcaire en

deux niveaux presque impossibles à discerner l'un de l'autre, surtout pour y placer la limite entre deux étages; et vu l'abondance de la Calcéole à la base du calcaire en question ainsi que les affinités du surplus de la faune à l'apparition de laquelle nous avons assisté dans les schistes noduleux qui en forment le substratum, il vaut mieux, à l'exemple de M. Gosselet, continuer à placer l'ensemble de ce calcaire dans le Couvinien, quels que puissent être ses rapports plus ou moins directs avec le *Crinoïdenschicht*. Mais il convient de placer la ligne de démarcation entre le Couvinien et le Givétien au sommet de ce calcaire, en rangeant dans le Givétien les schistes où se manifestent des formes appartenant à la faune à *Stringocéphales*.

Partant de ce principe, le Givétien comprend les niveaux suivants :

1. Schistes à *Sp. undiferus;*

2. Calcaire avec la faune typique du Givétien, dans lequel on pourrait distinguer deux niveaux, d'ailleurs assez peu nettement spécialisés :

a) Niveau de base à *Stringocephalus Burtini*, *Enantiosphen Lotzi*, *Spirifer undiferus*, *Dechenella Verneuili*.

b) Niveau supérieur à *Cyathophyllum quadrigeminum*, *Sp. mediotextus*, avec la riche faune gastropodique de Nismes (= Paffrath = Villmar).

Ces deux niveaux correspondent *en gros :*

a) Le premier, aux *untere Stringocephalenschichten;*

b) Le second, aux *mittlere — und obere Stringocephalenschichten*, dont il est assez difficile de préciser l'équivalence, parce que certaines formes données comme caractéristiques (notamment *Amphipora ramosa*) se rencontrent un peu partout dans notre Givétien.

Dévonien supérieur.

De même que le Dévonien moyen, le Dévonien supérieur se compose de deux étages :

1° Le Frasnien;

2° Le Famennien.

Je viens d'exposer plus haut la manière dont j'envisage la limite entre le Frasnien et le Givétien. Pour le surplus, je me contenterai de renvoyer à une note parue précédemment dans les *Mémoires* de la Société (t. XXIII, 1909, pp. 116-151), en attendant que j'aie pu tirer parti des riches séries de fossiles recueillies dans cet étage par les

soins éclairés de M. Dupont et dont je ne pourrai entreprendre l'étude que dans un temps plus ou moins éloigné.

Je n'ai guère qu'une modification à signaler dans la nomenclature qui y est indiquée : elle a trait à la limite inférieure de l'étage, que je plaçais alors entre le calcaire à *Stromatoporoïdes* et le calcaire à ? *Lyriopecten* nov. sp. (= pseudo *Aviculopecten Neptuni*) et que je crois préférable de reporter à la base du calcaire à *Stromatoporoïdes*, en ajoutant toutefois qu'il convient de faire des réserves au sujet de l'âge de ce dernier calcaire, dont la position ne peut être encore précisée avec certitude, vu l'absence d'éléments fauniques suffisants.

On est de la sorte amené à partager le Frasnien comme suit :

A. Frasnien inférieur : faune à ? *Lyriopecten* nov. sp. et à *Phacellophyllum caespitosum*.

1. Calcaire à *Stromatoporoïdes*.
2. Calcaire avec délits schisteux à ? *Lyriopecten*.

B. Frasnien moyen : faune à *Rhynchonella* (*Hypothyris*) *cuboïdes*.

1. Schistes et calcaire argileux à *Sp. Orbelianus*.
   - *a*) Facies normal (zone des *Monstres*).
   - *b*) Facies néritique des Abannets.
2. Schistes noduleux à *Receptaculites Neptuni* et *Sp. bisinus*.
3. Calcaires à *Pentamerus brevirostris*.
   - *a*) Récifs rouges de base (type de l'Arche).
   - *b*) Calcaire stratifié à *P. brevirostris*.
4. Schistes noduleux à *Camarophoria formosa*.
5. Schistes et calcaire, zone à *Camarophoria megistana*.
   - *a*) Schistes gris avec calcaire interstratifié.
   - *b*) Calcaire gris à *Pachystroma*.
6. Schistes et calcaire à *Sp. pachyrhynchus*.
   - *a*) Schistes à *Sp. pachyrhynchus*.
   - *b*) Récifs rouges du sommet à *Acervularia* (*Stromatactis*, comme dans les récifs de base).

L'abondance de la *C. megistana* et la présence du *Sp. pachyrhynchus* dans les deux zones 5 et 6 ne permettent pas toujours de les discerner à priori; mais j'y ai observé d'autres éléments distinctifs, que je me propose de mettre plus tard en relief.

C. Frasnien supérieur : faune à *Buchiola retrostriata* et *Camarophoria tumida*.

Ces divisions concordent à peu près avec celles établies par M. Gosselet.

En ce qui concerne le Famennien, je me bornerai à renvoyer, quant à présent, aux excellents travaux de nos savants confrères MM. Gosselet et Mourlon, en attendant que l'étude des matériaux de la faune de cet étage par M. Drevermann ait permis de mettre la question au point s'il y a lieu.

Le tableau ci-après synthétise ce qui vient d'être exposé. J'y indique :

1° Les étages, au moyen d'une abréviation du nom adopté;
2° Les assises, par des chiffres arabes;
3° Les zones ou niveaux, par l'adjonction d'une lettre minuscule;
4° Les facies, à l'aide d'une lettre grecque.

I. — Dévonien inférieur.

A. Gedinnien, ou étage du *Sp. Mercurii* (voir observations).

B. Siegenien = *Sg*, ou étage du *Sp. primævus.*

1. *Sg1* = *Taunusien* (= *Cb1* de la Carte).
   - α) *Sg1α* = facies anoreux (grès d'Anor).
   - β) *Sg1β* = facies emseux (grès, grauwacke, psammites de Mirwart).
   - γ) *Sg1γ* = facies alleux (phyllades d'Alle, Herbeumont, etc.).
2. *Sg2* = *Hunsrückien* (= *Cb2* ex parte).
   - A) *Sg2a*, niveau de base, à faune de Seifen.
   - B) *Sg2b*, niveau du sommet avec apparition de formes emsiennes.

C. Emsien = *Em.* Étage des *Sp. paradoxus hercyniae* et *paradoxus typus* et du *Sp. arduennensis.*

1. *Em1* = *Ahrien* ou *Daunien* (= sommet du *Cb2* + *Cb3*).
   - A) *Em1a* : niveau de base, à faune d'Oberstadtfeld, etc.
     - α) *Em1aα*, facies anoreux (grès de Mormont) = *Cb3g*
     - β) *Em1aβ*, facies emseux (grès et grauwacke de Pesche et de Grupont) = *Cb2* (sommet).
   - B) *Em1b.* = niveau supérieur avec apparition de formes des *obere Coblenzschichten* = *Cb3*.
2. *Em2* = *Burnotien* [= *Bt* + *Coa* (partie inférieure)].
   - A) *Em2a* = roches rouges de Winenne, représentant le Coblenzquarzit. — Schistes et grès rouges à Médusoïdes et à Ripple-Marks. — Grès verts à *Chonetes* (= *Bt* de la Carte).
   - B) *Em2b* = grauwacke d'Hierges [= *Coa* ex parte (base) = *obere Coblenzschichten*].
     - α) *Em2aα*, facies anoreux (grès blanc de Bierlé et de Traimont du bassin de Luxembourg).
     - β) *Em2bβ*, facies emseux = grauwacke à *Sp. arduennensis.*

II. — Dévonien moyen.

A. Couvinien = *Co*. Étage de la *Calceola sandalina* et du *Sp. speciosus*.

1. *Co1*, schistes calcareux et grauwacke à *Sp. cultrijugatus, Uncinulus Orbignyanus* (= *Coa*, sommet).

2. *Co2*. Schistes et calcaires de Couvin à *Calceola sandalina* (*Cobnm* ex parte).

a) *Co2a*. Schistes de base (*Cobn*) } partie inférieure.
b) *Co2b*. Calcaire de base (*Cobm*) }

c) *Co2c*. Schistes calcareux avec nodules et bancs de calcaire (*Cobn, m*); partie moyenne.

d) *Co2d*. Calcaire à *Orthoceras nodulosum* (= *Cobm*); partie supérieure.

B. Givétien = *Gv*. Étage des *Sp. mediotextus* et *undiferus* et du *Stringocephalus Burtini*.

a) *Gv1a*. Schistes à *Spirifer undiferus* [*Cobn* ex parte (sommet)].

b) *Gv1b*. Calcaire à *Stringocephalus Burtini*.

1. Niveau de base à *Stringocephalus, Enantiosphen, Sp. undiferus*.

2. Niveau du sommet à *Cyath. quadrigeminum, Sp. mediotextus*, faune gastropodique de Nismes (*Gva* de la Carte).

III. — Dévonien supérieur.

A. Frasnien = *Fr*. Étage du *Sp. Verneuili* et de ses dérivés.

1. *Fr1*. Frasnien de base. — Faune à ? *Lyriopecten* (*Gvb* de la Carte).

a) *Fr1a*. Calcaire à *Stromatoporoïdes*.

b) *Fr1b*. Calcaire à ? *Lyriopecten*, avec délits schisteux.

2. *Fr2*. Frasnien moyen. Faune à *Rhynchonella (Hypothyris) cuboïdes*. (*Fr1m, o, p*, etc., de la Carte).

a) *Fr2a*. Schistes et calcaire argileux à *Sp. Orbelianus*.

α) *Fr2aα*. Facies normal (zone des *Monstres*).

β) *Fr2aβ*. Facies néritique des Abannets.

b) *Fr2b*. Schistes noduleux à *Receptaculites Neptuni, Sp. bisinus*.

c) *Fr2c*. Calcaires à *Pentamerus brevirostris*.

α) *Fr2cα*. Récifs rouges de base. — Type de l'Arche.

β) *Fr2cβ*. Calcaire gris stratifié à *P. brevirostris*.

d) *Fr2d*. Schistes noduleux à *C. formosa*.

e) *Fr2e*. Schistes et calcaire de la zone à *C. megistana*.

α) *Fr2eα*. Schistes gris, avec nodules de calcaire et bancs de calcaire interstratifiés.

β) *Fr2eβ*. Calcaire gris à *Pachystroma*.

f) *Fr2f*. Schistes et calcaire de la zone à *Sp. pachyrhynchus*.

α) *Fr2fα*. Schistes à *Sp. pachyrhynchus*.

β) *Fr2fβ*. Récifs rouges du sommet à *Acervularia* et *Stromatactis*, type des Terniats et de Philippeville.

3. *Fr3*. Frasnien supérieur. Faune à *Buchiola retrostriata* et à *Camarophoria tumida*. (*Fr2* de la Carte.)

α) *Fr3α*. Schistes de Matagne.

β) *Fr3β*. Schistes de Barvaux.

B. Famennien (voir observations).

G. Richert. — **Les eaux souterraines de la Suède.**

Le Secrétaire général résume le volumineux mémoire de notre savant confrère, dont l'impression aux *Mémoires* est décidée.

E.-T. Newton. — **Note supplémentaire relative aux débris fossiles de petits vertébrés trouvés dans les dépôts pliocènes de Tegelen-sur-Meuse.**

Depuis la publication de ma première note sur les *Fragments fossiles de petits vertébrés trouvés dans les dépôts pliocènes de Tegelen-sur-Meuse* (1), mon ami M. Clément Reid a bien voulu m'envoyer, afin de les étudier, une nouvelle collection de dents et de petits ossements. Il les a obtenus également par le lavage des dépôts de Tegelen pour la recherche des semences. Le nouvel envoi renferme un grand nombre de petits fragments d'os provenant surtout de poissons, pour la plupart trop petits pour que leur identification fût possible. On a pu cependant y déterminer la présence des restes des poissons déjà reconnus dans la première série, le Brochet (30 dents), l'Épinoche (80 épines), la Perche (6 écailles), le Cyprin rosé (18 dents), la Tanche (4 dents), enfin beaucoup de dents de Cyprinoïdes, dont l'identification spécifique n'a pu se faire. Il y avait aussi quelques fragments d'écailles plus grandes, rapportées provisoirement au Chevenne (*Leuciscus cephalus* Linn.), et quelques petites épines courbes, plus menues que celles de l'Épinoche, et qu'il m'a été impossible de déterminer.

Les restes provenant de mammifères sont peu nombreux; ils se réduisent à six dents, dont une seule représente un fragment de dent molaire de la Taupe (*Talpa Europæa*). Les cinq autres dents, trois molaires et deux incisives, proviennent du Mulot. On peut les rap-

(1) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXI (1907), p. 591.

porter au *Microtus* (*Mimomys*) *intermedius* N. L'intérêt que présentent les Mulots des dépôts de Tegelen nous permettra d'insister sur la description de ces dents.

Microtus (*Mimomys*) *intermedius* N. — La plus grande des trois molaires représente la dent caractéristique, c'est-à-dire la première molaire inférieure; seulement il manque le prisme postérieur de la dent. La partie radiculaire de celle-ci ne se divise pas en cylindres séparés pour chacune des racines; sans doute la dent était encore trop peu développée. La longueur de la surface de trituration n'atteint, par suite de sa fracture, que 2 millimètres; intacte, elle atteignait probablement $2^{mm}5$. Le dessin de la surface correspond très exactement à celle du *Microtus* (*Mimomys*) *pliocænicus* reproduite à la page 593 de la note précédente, avec cette exception, toutefois, que l'îlot d'émail qui se constate sur la partie antérieure de la surface et représente le prisme correspondant ne se retrouve pas dans la dent actuelle. En outre, le petit repli de l'émail en face de l'îlot s'éloigne moins du centre de la surface. On rencontre parfois un pli analogue sur les spécimens de *Microtis intermedius* du *Norfolk Forest Bed*, c'est-à-dire l'horizon auquel appartient le type actuel. L'îlot d'émail représentant le prisme antérieur de la première molaire inférieure constitue le principal caractère distinctif entre *Mimomys pliocænicus* et *Microtis (Mimomys) intermedius*; de sorte que c'est à cette dernière espèce qu'il faut rapporter le nouveau spécimen.

Dans les deux molaires plus petites, une deuxième et une troisième molaires supérieures, les racines commencent à apparaître; elles appartiennent probablement aussi à *M.*(*M.*) *intermedius*. Les deux incisives supérieures ne peuvent se différencier de celles de cette même espèce.

La précédente note fait mention d'une dent de Mulot de Tegelen que je rapporte à *M.*(*Mimomys*) *pliocænicus*, en signalant que cette espèce est surtout caractéristique du *Norwich Crag*. Cette fois nous rencontrons, dans les mêmes dépôts, l'espèce *M.*(*M.*)*intermedius*, espèce surtout fréquente dans le *Upper Fresh water Bed*, de la série du *Norfolk Forest Bed*. D'un autre côté, le Dr Forsyth Major [1] a montré que les deux espèces se rencontrent réunies dans les couches de East Runton, près de Cromer. Ces dépôts, qui ont été spécialement étudiés par M. Clément Reid, sont placés par celui-ci sur le même horizon que

---

[1] *Proc. Zoolog. Soc. London*, 1902, 102.

le *Weybourne Crag*. Ils seraient à peine plus récents que le *Norwich Crag* et viennent se ranger entre celui-ci et la partie estuarienne du *Forest Bed*.

Les indications fournies par les nouveaux spécimens confirment donc les conclusions de la première note; l'argile de Tegelen, qui a fourni à M. Clément Reid une si belle collection de graines végétales, se déposa pendant le temps qui sépare la formation du *Norwich Crag* de celle de la série du *Forest Bed*.

P. Harting (1) a trouvé dans un sondage profond à Gorinchem (Gorkum) quelques dents qu'il a rapportées à *Hypudæus terrestris* (= *M. amphibius*). Ces spécimens sont conservés dans le Musée de Leyde. Ils viennent d'être étudiés à nouveau par le Dr L.-M.-R. Rutten (2), qui les rapporte à *M. intermedius* et à *M. pliocænicus*. A la page 102 de son mémoire, il réunit les deux espèces avec *M. amphibius* dans ce qu'il appelle la première faune, c'est-à-dire la plus ancienne, et qui se caractérise par *Elephas meridionalis* et *Rhinoceros etruscus*. Elle correspondrait donc à la série anglaise du *Norfolk Forest Bed*.

G. Schmitz, S. J., et X. Stainier. — **La géologie de la Campine avant les puits de charbonnages.**

Cinquième note préliminaire (3).

Nouveaux niveaux marins du Houiller de la Campine.

La découverte de niveaux marins dans la Campine présente toujours un grand intérêt, car il est bien certain que ces niveaux sont fort rares et que, par conséquent, ils fournissent des indications d'autant plus précises pour la comparaison du Houiller de cette région avec celui de notre ancien bassin et avec celui des pays environnants. Aussi nous sommes heureux d'avoir à annoncer la rencontre de semblables niveaux dans trois sondages de la Campine, distribués à peu près dans toute l'étendue du bassin limbourgeois et sur une stampe très importante. Nous allons les passer en revue en commençant par le plus récent.

---

(1) De boden onder Gorkum, etc. (*Vert. Comm. Geol. Kaart van Nederland*, t. I, 1853, pp. 103-143.)

(2) *Die diluvialen Säugetiere der Niederlände*, in 4°. Utrecht, 1909-1910, p. 88.

(3) La première et la deuxième notes préliminaires ont paru dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie*, t. XXIII, 1909 (Proc.-verb.).

La troisième et la quatrième notes ont paru dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXXVI, 1909 (Bull.).

Sondage n° 66.

La coupe détaillée de ce sondage, pratiqué près de la gare d'Asch, dans la concession André-Dumont, a déjà été publiée par l'un de nous (G. Schmitz, *Ann. des mines*, t. XIII, 1908, p. 369). En procédant à l'étude détaillée des documents fauniques fournis par ce sondage, nous avons trouvé des fossiles marins dans de minces couches de schiste gris doux, à cassure conchoïdale, avec nodules de sidérose, intercalées dans un banc de psammite zonaire à stratification entrecroisée, recoupé de 596^{m}50 à 604^{m}50 et compris entre deux veinettes situées l'une à 591^{m}94 et l'autre à 605^{m}50.

Nous avons découvert dans ce schiste un exemplaire d'une belle et grande *Lingula*, qui ne paraît pas être de l'espèce si commune du Houiller : la *Lingula mytiloïdes*, et un exemplaire d'une petite *Discina*.

Pour être complets, nous ajouterons que le sondage n° 66 a recoupé un nombre exceptionnellement grand de bancs calcareux ou même franchement calcaires, et notamment des bancs d'un calcaire gris clair très pur à cassure conchoïdale. Certains de ces bancs se trouvaient non loin et au-dessus du niveau marin. Nous avons aussi trouvé à ce sondage pas mal de niveaux fossilifères renfermant des coquilles de la famille des Carbonicolidés (*Carbonicola*, *Anthracomya*, *Nayadites*). Un de ces niveaux se trouvait même au toit de la veinette de 591^{m}94 qui surmonte le niveau marin. Nous n'avons point retrouvé ce niveau marin parmi les échantillons du sondage voisin n° 67, qui a certainement percé les mêmes horizons. C'est un fait qui était à prévoir, vu la pauvreté en individus du niveau marin du sondage n° 66. Il indique le caractère sporadique de ce niveau.

Sondage n° 79.

La coupe de ce sondage pratiqué au hameau de Voort, commune de Zolder, dans la concession de Helchteren du charbonnage de Helchteren-Zolder, n'a pas encore été publiée. En procédant au débitage des carottes de ce sondage, nous y avons observé un banc de 0^{m}50 commençant à la profondeur de 1 116^{m}50 et formé d'un schiste psammitique assez grossier d'un noir intense et mat, passant à une sorte de cannel-coal très impur (pseudo-cannel-coal de M. Muck). Ce schiste est fort pailleté et présente des vermiculations de matière verdâtre terne (pyrite amorphe?). Nous y avons trouvé de toutes petites empreintes de *Lingula mytiloïdes*, qui malheureusement, vu la nature grossière de la

roche, étaient presque toutes en fragments. Un spécimen cependant était bien entier, quoique de petite taille. Au-dessus de cette roche venait du schiste gris doux, avec des écailles de poisson, surmonté lui-même, à 1 111^{m}50, de schiste zonaire avec Nayadites. Nous ajouterons que le banc à lingules présente absolument les caractères des bancs à lingules que fournit notre ancien bassin. La roche est seulement plus grossière.

Sondage n° 76.

Ce sondage pratiqué au village d'Eysden par le charbonnage de Limbourg-Meuse, dans sa concession Sainte-Barbe, est un des plus intéressants qui aient été forés dans le bassin de la Campine, car c'est lui qui a traversé la plus grande épaisseur de terrain houiller. En effet, ce sondage, qui a rencontré le Houiller à 439^{m}20, a été poursuivi jusque 1 402^{m}70, ayant donc traversé bien près de 1 kilomètre de Houiller. Il nous a fourni de nombreux niveaux fossilifères et notamment un niveau marin.

Ce niveau est compris dans la base d'un banc de schiste de 3^{m}20 d'épaisseur, se terminant à la profondeur de 1 165^{m}40 et surmontant une veinette de 0^{m}20. Le schiste marin est un schiste doux à cassure conchoïdale qui à la base devient noir foncé pailleté et un peu psammitique, avec vermiculations de pyrite terne et amorphe et nodules de pyrite. C'est dans cette roche de base que nous avons vu des débris de *Lingula* et un beau spécimen complet de grande taille ressemblant fortement à celui que nous avons trouvé au sondage n° 66. Au-dessus du schiste marin se trouve un schiste riche en belles empreintes d'*Anthracomya Williamsoni*, fossiles que nous avons d'ailleurs retrouvés abondamment et à quantité de niveaux, au-dessus des points ci-indiqués. En dessous, les niveaux à *Anthracomya* existent encore, mais plus rares et bien plus pauvres. Nous avons aussi rencontré à ce sondage plusieurs niveaux de calcaire, dont un tout à fait extraordinaire au-dessus et en dessous du niveau marin. Nous comptons d'ailleurs parler de ces calcaires de la Campine plus longuement dans une note future. Sous le mur de la veinette se trouve un banc de quartzite calcarifère et dans le toit un banc de sidérose carbonifère.

Conclusions.

Après avoir donné les détails précédents indiquant la position et la nature des niveaux marins nouveaux, nous allons maintenant dire ce

que nous pensons du raccordement de ces niveaux avec ceux que nous ont déjà fournis les trois sondages où nous avons pour la première fois découvert [1] des fossiles marins en Campine. Nous indiquerons ensuite la position générale de ces niveaux dans l'ensemble de l'épaisseur du bassin, et puis nous terminerons par un essai de corrélation avec notre ancien bassin et avec les bassins des pays voisins basé sur ces niveaux.

Le niveau marin du sondage n° 76 est le seul qui puisse être contemporain des niveaux que nous avons signalés précédemment. Les deux autres sont certainement bien plus élevés.

Comme nous l'avons dit dans la note précitée, les niveaux marins que nous avons trouvés aux sondages n°s 49, 51 et 61, s'ils ne sont pas absolument contemporains, doivent être bien rapprochés. Nous estimons que le nouveau niveau du sondage n° 76 doit être tout à fait dans le même horizon. En se basant sur des considérations stratigraphiques tirées du voisinage des trois sondages n°s 76, 49 et 51, de leurs positions respectives et des allures connues des couches, on arrive déjà à cette conclusion que ne contredisent ni le caractère des roches ni la comparaison des strates environnantes. Certes il est impossible d'arriver à une certitude absolue, vu le peu d'éléments d'appréciation et surtout vu l'état défectueux des échantillons qui ont été conservés des anciens sondages n°s 49 et 51.

Dans l'affirmative, le niveau du sondage n° 76 correspondrait donc aussi à celui du sondage n° 61. Or, au sondage n° 61, le niveau marin se trouvait à environ 156 mètres au-dessus d'une roche que nous avons cru pouvoir assimiler au poudingue houiller qui limite le Houiller supérieur d'avec le Houiller inférieur. Au sondage n° 76, on a percé, depuis 1 310^{m}90 jusque 1 336 mètres, un puissant horizon de grès très remarquable que nous croyons aussi pouvoir assimiler au poudingue houiller. Certes, il ne présente pas le caractère décisif de renfermer des grains de phtanite, qui permettrait de dire avec certitude que l'on se trouve en présence du vrai poudingue houiller, mais nous savons, par une expérience déjà longue, que dans le bassin de Namur la roche polymorphe qu'est le poudingue houiller ne présente pas, d'une façon générale, ce caractère distinctif.

Très fréquemment on observe, à un niveau reconnu pour celui du

---

[1] Cf. Quatrième note préliminaire précitée. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVI, Bull., p. 293.)

poudingue houiller, en se basant sur d'autres éléments d'appréciation, un grès grenu feldspathique ou psammitique avec nodules schisteux et nodules de sidérose, surtout vers la base, mais sans la moindre trace de petits cailloux de phtanite ou de quartz laiteux. Sous cet état, il constitue le poudingue psammitique de A. Dumont et il ressemble tellement à certains horizons de grès ou conglomérats à nodules qu'il serait impossible de l'en distinguer. Or, ces conglomérats existent dans toute l'épaisseur du Houiller de la Campine aussi bien que du bassin de Namur. Nous pensons que c'est à ce facies particulier du poudingue que nous avons affaire dans le grès de 1 310^{m}50 du sondage n° 76. Si c'est bien le poudingue, il se trouverait à 147 mètres sous le niveau marin, donc dans une position fort semblable à celui du sondage n° 61. En résumé, il y aurait donc, jusque maintenant, trois niveaux marins connus dans le bassin de la Campine. Dans l'ordre de superposition et en commençant par le plus récent, ce seraient :

1° Le niveau du sondage n° 66.
2° — — n° 79.
3° — des sondages n°s 76, 51, 49, 61.

En nous basant sur l'examen des très nombreux sondages de la Campine dont l'étude nous a été confiée, nous croyons pouvoir résumer comme suit la composition générale du terrain houiller supérieur (*H2*) de la Campine, de haut en bas.

Zone A. — Une zone pauvre ne renfermant que peu de couches de charbon, très riche en matières volatiles, recoupée par les sondages les plus septentrionaux (s. n°s 30, 50, 65).

Zone B. — Une zone riche avec beaucoup de couches, dont quelques-unes épaisses, de charbon à gaz.

Zone C. — Une zone stérile supérieure, renfermant de nombreuses veinettes de peu d'épaisseur ou des couches peu puissantes ou variables. Cette zone, dont l'épaisseur ne saurait être précisée, a dans certains endroits 300 mètres environ.

Zone D. — Une zone très riche avec nombreuses couches, dont plusieurs de belle épaisseur, de charbon gras à coke. C'est la principale base de la richesse de la Campine. Cette zone, d'épaisseur variable suivant les régions, mesure dans la région d'Asch-Genck au moins 400 mètres de puissance.

Zone E. — La grande stampe stérile inférieure, s'étendant jusqu'au

poudingue houiller. D'après les résultats du sondage n° 76, cette zone aurait environ 600 mètres de puissance.

Dans la région orientale du Limbourg, cette grande zone stérile est coupée en deux par un petit faisceau de trois couches. Dans la partie occidentale on observe, en plus de ces trois couches, quelques belles couches fort espacées, situées dans la partie inférieure de la zone. C'est cette partie du Houiller qu'ont traversée les sondages méridionaux de la province d'Anvers.

Au total, l'épaisseur du Houiller supérieur de la Campine serait d'environ 2 000 mètres.

Chose curieuse, les trois niveaux marins se trouvent tous dans les zones stériles.

Le premier niveau (s. n° 66) se trouve, en effet, dans les 100 mètres supérieurs de la zone C, soit à 180 mètres au-dessus de sa base.

Le deuxième niveau (s. n° 79) se trouve à 40 mètres sous le sommet de la zone stérile D.

Le troisième niveau se trouve à 147 mètres au-dessus de la base de la même zone stérile D.

Par conséquent donc, les trois niveaux marins occupent, l'un par rapport à l'autre, les positions suivantes dans la stampe du Houiller supérieur de la Campine :

Premier niveau :
620 mètres.

Deuxième niveau :
413 mètres.

Troisième niveau :
147 mètres.

Poudingue houiller.

En ne tablant que sur ce seul élément de l'épaisseur des stampes séparatives, on peut établir entre le bassin de la Campine et le bassin de Namur les corrélations suivantes, basées sur les niveaux marins.

Le troisième niveau, comme nous l'avons déjà dit, correspondrait au niveau de la veine Sainte-Barbe de Floriffoux (Charleroi, n° 61) et de la veine Chenou (Liége, n° 98).

Le deuxième niveau serait en Campine à 560 mètres au-dessus du poudingue.

Dans le bassin de Liége, il y a un horizon à *Lingula* au toit de la veine Grand-Bac, à 720 mètres au-dessus du poudingue. Le même horizon a été retrouvé dans le bassin de Charleroi sous la veine Duchesse, à 610 mètres au-dessus du poudingue. Vu la différence

notable de stampe spécialement vis-à-vis du bassin de Liége, avec lequel la connexion est plus grande, l'identité du deuxième niveau de la Campine avec le niveau de la veine Grand-Bac est douteuse. Peut-être faudrait-il chercher son équivalent plus bas, dans le bassin de Liége, notamment dans les horizons marins signalés tout récemment au toit de la grande veine de Seraing (480 mètres au-dessus du poudingue), ou encore plus bas, au toit de la veine Stenaye (1). C'est une question à étudier.

Quant au troisième niveau, sa position à 1 180 mètres au-dessus du poudingue le placerait tout au sommet du Houiller supérieur de Liége, qui mesure environ 1 200 mètres de puissance, et au-dessus du Houiller de Charleroi, qui n'en a que 1 000. Il devrait être recherché de préférence dans le bassin de Mons.

Quant aux comparaisons que la découverte de divers niveaux marins permettrait d'établir entre le bassin houiller de la Campine et ceux de la Hollande et de l'Allemagne occidentale, nous nous contenterons d'esquisser rapidement quelques rapprochements sur lesquels les études postérieures pourront porter.

Le troisième niveau semble bien correspondre au niveau marin de la couche directrice Finefrau-Nebenbank des charbons maigres de la Westphalie. C'est une conclusion à laquelle se sont arrêtés ceux qui se sont déjà occupés de la question.

La corrélation du deuxième niveau semble plus délicate. On sait que MM. Van Waterschoot et Klein ont déjà assimilé les niveaux marins rencontrés dans deux sondages du Limbourg hollandais avec le niveau marin de la veine Katharina en Westphalie, avec le niveau du bassin de la Wurm et avec celui de la veine Grand-Bac. Il nous semble que la rencontre du niveau de la Campine et des nouveaux niveaux décrits par M. Renier, tous à des distances de plus en plus rapprochées du poudingue houiller, doivent rendre prudent sur les assimilations, spécialement lorsqu'elles se basent seulement sur des horizons où n'existent que des *Lingula*, organismes dont on connaît la résistance extrême aux variations de conditions de milieu (2).

---

(1) Cf. A. Renier, Quelques niveaux à faune marine du bassin houiller de Seraing. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, 1910, Bull., p. 161.)

(2) Cf. Van Waterschoot van der Gracht, The deeper geology of the Netherlands and adjoining regions. (*Memories of the Government Institute for the geological exploration of the Netherlands*. n° 2, La Haye, 1909.)

Van Waterschoot, Over de identificeering van « Leitflötze » van Westphalen en in

Quant au premier niveau, on pourrait le comparer à ce niveau marin très élevé dont on a signalé la découverte récemment [1] en Westphalie, à environ 700 mètres au-dessus de la veine Katharina, à moins qu'il ne représente le niveau de la veine Katharina elle-même. Celle-ci, située à environ 700 mètres au-dessus du niveau marin de Finefrau-Nebenbank, pourrait peut-être représenter plus exactement le niveau marin à *Discina* du sondage n° 66 que les horizons à lingules auxquels on l'a assimilée.

Comme on le voit, la question est loin d'être mûre et nécessitera, pour être résolue, des bases plus sérieuses qu'une simple comparaison de puissance des stampes.

La séance est levée à 22 h. 30.

---

de Peel. (*Nederlandsche Mijnbouwkundige Vereeniging*, negende gewone vergadering, 6 février 1909.)

W. C. Klein, *Ibidem*.

W. C. Klein, Données nouvelles pour la coupe du bassin houiller du Limbourg hollandais et du bassin septentrional d'Aix-la-Chapelle. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, 1909, Bull., p. 236.)

[1] Cf. Mentzel, Glückauf, n° 3, p. 73, 1909.

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 21 JUIN 1910

Pages.

Participation de la Société à l'Exposition internationale d'Hygiène de Dresde en 1911 205

Protestation au sujet du Procès-verbal de la séance du 17 mai 1910 . . . 205

Correspondance. 206

Dons et envois reçus 207

Discussion des travaux présentés antérieurement :

G. Delépine. Étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique. (*Note complémentaire.*) 210

H. de Dorlodot. Rectification à propos d'un travail du Dr Gröber 211

Communications des membres :

A. Jérome et **L. de Dorlodot.** Puissance et composition des marnes du Keuper, à Habay 212

E. Maillieux. Observations sur la nomenclature stratigraphique adoptée, en Belgique, pour le Dévonien, et conséquences qui en découlent 214

G. Richert. Les eaux souterraines de la Suède. (Inséré aux *Mémoires.*) . 231

E.-T. Newton. Note supplémentaire relative aux débris fossiles de petits vertébrés trouvés dans les dépôts pliocènes de Tegelen-sur-Meuse . . 231

G. Schmitz, S. J., et **X. Stainier.** La géologie de la Campine avant les puits de charbonnages. (Cinquième note préliminaire.). 233

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 19 JUILLET 1910

Smithsonian Institution
NOV 26 1910
National Museum

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

SÉANCE MENSUELLE DU 19 JUILLET 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 30.

Distinctions honorifiques.

La Société adresse ses chaleureuses félicitations à nos confrères J. Cornet et H. Diderrich, nommés chevaliers de l'Ordre de Léopold, en récompense des services qu'ils ont rendus à l'État Indépendant du Congo.

Le Bureau est heureux de signaler que le prix attribué, par la Société géologique de France, à la découverte géologique la plus utile au point de vue industriel a été décerné à notre illustre membre honoraire et ancien président J. Gosselet.

L'éminent professeur, ne voulant retenir de ce prix exceptionnel que le sentiment qui le lui a décerné, en a abandonné le montant en faveur d'une fondation destinée à favoriser le progrès de la science. Grâce à M. Gosselet, deux prix sont désormais assurés à ceux qui feront avancer la science de la Terre : l'un sera donné par la Société des Sciences de Lille, l'autre par la Société géologique de France.

Approbation du procès-verbal de la séance de juin.

Adopté sans observation, de même que le fascicule II des *Mémoires* de 1910.

Correspondance.

1. M. E. Maillieux s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

2. La librairie Max Weg, de Leipzig, adresse le numéro 1 d'une publication trimestrielle gratuite, envoyée à tous ceux qui en expriment le désir et contenant les changements d'adresse ou de situation des

personnes renseignées au *Geologenkalender*, ainsi que les publications parues dans le courant du trimestre dans les domaines de la géologie, de la paléontologie et de la minéralogie.

3. M. R. d'Andrimont, professeur à l'Institut agricole de Gembloux, demande que la Société reproduise le tableau résumé des connaissances acquises en hydrologie, tableau qu'il a exposé à la Section d'hydrologie scientifique de l'Exposition.

Cette proposition, appuyée par M. van den Broeck, est acceptée, et ce tableau figure en annexe au procès-verbal.

4. Le R. P. Schmitz, S. J., envoie une sixième note préliminaire sur le Houiller de la Campine, qui est acceptée pour la séance du jour.

5. M. E. van den Broeck, secrétaire général honoraire, adresse la *réclamation de complément bibliographique* ci-dessous.

« Je lis dans le numéro de juillet 1910 de la *Technique sanitaire* un article de M. G. Lidy, intitulé : « Nouvelles recherches sur la formation des nappes souterraines. »

Se basant sur des observations relatées dans le numéro du 15 avril 1910 du journal *L'Eau* et d'après lesquelles M. Forel, le savant naturaliste suisse, signale l'existence d'un problème météorologique et hydrologique *inattendu et nouveau* relatif au phénomène de la condensation dans la formation des eaux souterraines, l'auteur fait, avec raison, remarquer que ces constatations ne sont nullement une nouveauté. Son article a pour but de rappeler les recherches datant d'une trentaine d'années du Prof^r Vogler, et il fait ensuite un historique sommaire des travaux des divers auteurs s'étant occupés de la question ; il signale encore ses observations expérimentales sur le même sujet, montrant que le sable agit comme un véritable condensateur. M. Lidy conclut qu'il paraît certain que la condensation de la vapeur d'eau dans le sol peut intervenir effectivement dans la formation des nappes souterraines.

Or, cette question n'est nullement une nouveauté pour les hydrologues et géologues belges ; ils s'en sont eux-mêmes occupés *depuis longtemps* et la *Société belge de Géologie et d'Hydrologie* a eu, il y a quatorze ans déjà, l'occasion d'examiner cet important problème.

Je tiens donc, en ma qualité d'ancien secrétaire général de notre Société belge de Géologie et d'Hydrologie, à signaler que le suggestif et fécond problème de l'alimentation des nappes souterraines par la voie de la condensation atmosphérique en terrain sableux a, depuis longtemps, été inscrit au programme de ses études. En effet, à la

séance du 28 juillet 1896, il a été mis à l'ordre du jour « l'examen critique et contradictoire de la thèse de M. Worré sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol et sur le rôle de la vapeur d'eau atmosphérique dans l'alimentation des eaux souterraines ». Cet ordre du jour avait été motivé par le fait que j'avais signalé à mes collègues une étude de l'ingénieur en chef honoraire des travaux publics de la ville de Luxembourg, M. J. Worré, intitulée : *Profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol aux environs de la ville de Luxembourg et question annexe de la génération des eaux souterraines.*

Dans cette étude, publiée dans le tome XXIV des *Publications de l'Institut grand-ducal du Luxembourg*, l'auteur expose ses intéressantes expériences personnelles sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol; il reprend ensuite les études du Dr Vogler, ainsi que celles de ses disciples et de ses contradicteurs, et il conclut, par la logique des faits, à admettre, du moins en partie, l'hypothèse Vogler.

Dans la séance précitée du 28 juillet 1896, M. A. Rutot, à ma prière, a analysé ce travail, en a montré l'intérêt, tout en n'admettant point alors la portée attachée par M. Worré à ses recherches et expériences. A mon tour, à la même séance, j'ai repris la question, dans une note intitulée : *Quelques considérations sur la perméabilité du sol, sur l'infiltration fluviale et sur la condensation souterraine des vapeurs d'eau, à propos des recherches et exposés de MM. Worré et Duclaux.* J'ai cru utile, en effet, dans cette note de rappeler les travaux du savant français, parus en 1890 dans les *Annales de l'Institut Pasteur* et intitulés : *Sur les relations du sol et de l'eau qui le traverse.* Il y a là des éléments de la plus haute utilité pour l'étude de la question, et j'ai tenu à attirer sur les importants exposés de M. Duclaux l'attention des chercheurs; j'ai signalé en somme qu'il y avait, dans la direction des travaux de MM. Vogler, Worré, Duclaux et W. Thomson, une sérieuse voie nouvelle à étudier, que je soumettais à l'attention des hydrologues. Je concluais ainsi : « Il convient de prêter une attention spéciale à la » curieuse et suggestive expérience de W. Thomson, rapportée par » M. Duclaux; cette obéissance stricte et incontestablement démontrée » des *vapeurs de condensation aux lois de la capillarité*, nous ramène aux » considérations finales de l'étude de M. Worré et montre qu'il y a là » une cause générale et importante — sous cette forme inattendue de » la condensation et du cheminement capillaire souterrain de la vapeur » d'eau atmosphérique — d'alimentation des eaux souterraines, com- » plètement indépendante de l'action des infiltrations pluviales. »

Je suis heureux de signaler aujourd'hui que M. Rutot ne maintient

plus une grande partie des réserves qu'il faisait, en 1896, à la thèse de M. Worré et qu'il s'unit à moi pour en reconnaître l'importance. D'autre part, un autre membre de la Société, M. René d'Andrimont, dans son opuscule de 1906 : *La science hydrologique, ses méthodes, ses récents progrès et ses applications*, consacre une courte rubrique à la théorie de l'alimentation des nappes aquifères par condensation directe des vapeurs de l'atmosphère dans le sol; il fait remarquer que, dans une chute d'eau brusque et abondante, la proportion du liquide qui s'infiltre dans le sol est peu considérable, tandis que les temps brumeux et humides qui humectent lentement le sol — et qui doivent naturellement agir fortement sur l'atmosphère souterraine — semblent être spécialement favorables à l'infiltration. En terminant le texte de la rubrique précitée, M. d'Andrimont conclut avec raison que la condensation directe de la vapeur d'eau de l'atmosphère peut donc *contribuer à l'alimentation des nappes aquifères* et même, dans certains cas, produire des rendements par hectare-jour *surprenants;* mais encore une fois, dit-il, il ne faut pas se laisser séduire par une théorie et attribuer à un phénomène secondaire la part qui revient au phénomène principal. Tout ceci montre que la question est bien connue en Belgique et que son importance n'a pas échappé aux hydrologues et géologues de notre pays, qui se sont occupés de l'alimentation des nappes souterraines. »

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

6089 ... Catalogo II degli strumenti sismici e meteorologici più recenti adottati dagli Osservatorii del regno costruiti da Luigi Fascianelli. Rome, 1910. Brochure in-8° de 40 pages et figures.

6090 **Fourmarier, P.**, La terminaison occidentale de la faille de l'Ourthe. Liége, 1908. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXV, Mém., pp. 35-46, pl. VII, 3 figures.

6091 **Fourmarier, P.**, Note à propos de la faille Saint-Gilles. Liége, 1908. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXV, Bull., pp. 92-97.

6092 **Fourmarier, P.**, Rapports sur le travail : Sur la structure du bassin houiller de Liége aux environs d'Angleur, par X. Stainier. Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, Mém., pp. 73-79.

6093 **Hobbs, W. H.**, Characteristics of the Inland-Ice of the arctic regions. Philadelphie, 1910. Extr. des *Proc. of the Amer. Philos. Soc.*, vol. XLIX, n° 194, pp. 57-129, pl. XVI-XXX et 43 figures.

6094 **Labat, A.**, La fin du monde. Périgueux, 1910? Brochure in-12 de 6 pages.

6095 **Labat, A.**, La Comète. Périgueux, 1910? Brochure in-12 de 3 pages.

6096 **Schmidt, R. R.**, Der Sirgenstein und die diluvialen Kulturstätten Württembergs. Stuttgart, 1910. Brochure in-8° de 47 pages et 1 planche.

6097 **Schmidt, R. R., und Wernert, P.**, Die archäologischen Einschlüsse der Lössstation Achenheim (Elsass) und die paläolithischen Kulturen des Reintallösses. Berlin, 1910. Extr. de *Praehistorischen Zeitschrift*, t. II, fasc. 3-4, pp. 339-346 et 1 planche.

6098 **Steinmann, G.**, Zur Phylogenie der Dinausorier. Berlin, 1910. Extr. de *Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre*, t. III, fasc. I et II, pp. 98-103.

6099 **Steinmann, G.**, Die Abstammung der « Gattung Oppelia » Waag. Stuttgart, 1909. Extr. de *Centralblatt für Miner., Geologie und Paläont.*, n° 21, pp. 641-646, 2 figures.

6100 **Steinmann, G.**, Geologie und Paläontologie an den deutschen Hochschulen. Leipzig, 1910. Extr. de *Geolog. Rundschau*, t. I, fasc. I, pp. 42-49.

6101 **Bonnet, R., und Steinmann, G.**, Die « Eolithen » des Oligozäns in Belgien. Bonn, 1910. Extr. de *Sitzungsb. der Niederrhein. Gesells. für Natur- und Heilkunde.* Naturw. Abt. 30 pages et 15 figures.

6102 **Arctowski, H.**, Studies on climate and crops. The Yield of wheat in the United States and in Russia during the years 1891 to 1900. New-York, 1910. Extr. des *Bull. of Amer. Geogr. Soc.*, XLII, July, pp. 481-495 et 11 figures.

6103 **Bertrand, L.**, Esquisse de la structure et de l'histoire géologique des Pyrénées orientales et centrales. Paris, 1908. Extr. des *Comptes rendus de l'Assoc. franç. pour l'avancement des sc. Congrès de Clermont-Ferrand*, 9 pages et 1 figure.

6104 **Bertrand, L.**, La notion de facies en géologie. Paris, 1910. Extr. de la *Revue du mois*, n° 52, 10 avril, pp. 385-408, et n° 54, 10 juin, pp. 680-716 et 7 figures.

6105 **Issel, A.**, Alcuni mammiferi fossili del Genovesato e del Savonese. Rome, 1910. Extr. de *Reale Accademia dei Lincei*, anno CCCVII, vol. VIII, 38 pages et 4 planches.

6106 **Kemna, A.**, Notes on the colour of waters. York, 1910. Extr. de *Assoc. of water engineers*. 6 pages (2 exemplaires).

6107 **Renier, A.**, Sur les premières découvertes de végétaux à structure conservée dans le terrain houiller belge. Louvain, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. scient. de Bruxelles*, session du 28 octobre. 2 pages.

6108 **Renier, A.**, L'origine raméale des cicatrices ulodendroïdes. Liége, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, tome II, Mém. in-4°, pp. 37-82, pl. VII-IX.

4956 **Reclus, E.**, Les volcans de la terre, 2e partie. Bruxelles, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. belge d'Astronomie*, pp. 171-515, pl. VII-IX et figures.

Élection de nouveaux membres.

Le Bureau a l'honneur de proposer, en attendant la ratification de l'Assemblée générale, de décerner le titre d'Associé étranger à M. Bertrand, Léon, professeur adjoint de géologie à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, collaborateur principal du Service de la Carte géologique de France, 137, boulevard Saint-Michel, à Paris.

Cette proposition est adoptée.

Sont élus membres effectifs :

MM Falk, Franz, docteur en sciences, 35, Montagne-aux-Herbes potagères, à Bruxelles, présenté par MM. van den Broeck et Greindl.

Krischtafowitsch, N.-J., rédacteur de l'Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, à Nowo-Alexandria (gouvernement de Lublin), présenté par MM. Rutot et Greindl.

Magnie (l'abbé Léon), professeur de sciences naturelles à l'Institut Saint-Joseph, à La Louvière, présenté par MM. H. de Dorlodot et Greindl.

Communications des membres.

A. Salée. — **Nouvelles recherches sur les Polypiers du Calcaire carbonifère de la Belgique. Le genre Caninia.**

L'auteur résume le volumineux mémoire qu'il a consacré à ce sujet, mémoire qui a été couronné au concours interuniversitaire des sciences minérales.

M. le Président, en félicitant l'auteur de ses recherches si fructueuses, exprime des craintes au sujet du coût des nombreuses planches que comporte le travail. Néanmoins, l'impression aux *Mémoires* in-4° en est ordonnée.

H. de Dorlodot. — Relations entre l'échelle stratigraphique du Calcaire carbonifère de la Belgique et les zones paléontologiques d'Arthur Vaughan, d'après les recherches les plus récentes.

L'an dernier, à la veille de notre session extraordinaire, j'ai publié dans nos *Mémoires* un résumé de nos connaissances sur la stratigraphie du Calcaire carbonifère de la Belgique [1]. Depuis lors, M. l'abbé Delépine, qui a entrepris depuis plusieurs années l'étude détaillée du Calcaire carbonifère du bassin de Namur et qui, plus récemment, a étendu ses explorations à certains points du bassin de Dinant, a commencé à faire connaître le résultat de ses observations, dans une série de travaux détachés. Ses études ont notamment pour but l'application à notre Calcaire carbonifère de la division en zones paléontologiques, établie dans le Sud-Ouest de l'Angleterre par M. Arthur Vaughan. Les publications de M. Delépine étant disséminées dans plusieurs revues, je crois être agréable à nos confrères, spécialement à ceux qui ne se sont pas fait une spécialité de l'étude de notre Dinantien, en précisant ici les relations qu'il est possible d'établir aujourd'hui, grâce aux travaux de M. Delépine, entre les zones paléontologiques de Vaughan et les subdivisions que j'ai adoptées. J'aurai à signaler aussi, lorsque l'occasion s'en présentera, les observations publiées récemment, dans

---

[1] H. de Dorlodot, Description succincte des assises du Calcaire carbonifère de la Belgique et de leurs principaux facies lithologiques. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIII, 1909, Mém., pp. 175-193.) — Voir aussi du même auteur : Les faunes du Dinantien et leur signification stratigraphique (*Ibid.*, Mém., pp. 153-174 ; et Échelle stratigraphique détaillée des formations calcaires du système carboniférien dans le bassin de Dinant. (*Apud* E. van den Broeck, E.-A. Martel et E. Rahir, Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique. Bruxelles, 1910, t II, Annexes, pp. 5-8.) — Les deux premières de ces publications ont été distribuées d'abord en *tirés à part* aux membres des deux Sociétés qui ont assisté aux excursions organisées par l'auteur aux environs de Dinant; toutes les trois ont été livrées à l'impression dans la première quinzaine d'août 1909; c'est ainsi que l'auteur n'a pu profiter des résultats des excursions de M. Vaughan, qui ont eu lieu vers la fin d'août. Par contre, au cours des excursions des deux Sociétés, on a pu faire allusion aux résultats des études de M. Vaughan et de M. Delépine en Belgique.

nos *Mémoires*, par M. Gröber (1) sur le Tournaisien d'Yvoir et de quelques points de la bande des Écaussines. J'aurai malheureusement le regret de constater que, malgré de bonnes observations, qui, bien comprises, viennent d'ailleurs à l'appui de celles de M. Delépine, le travail de M. Gröber, fait un peu hâtivement, prête le flanc à plus d'une critique, et que les données relatives aux polypiers notamment y laissent beaucoup à désirer.

Sur ce dernier point, j'ai utilisé, avec son autorisation, les recherches poursuivies depuis deux ans par mon assistant, M. l'abbé Salée, sur les polypiers tournaisiens de la Belgique.

A la séance du 19 mai dernier, M. Stainier (2) a émis sur l'origine de la grande brèche certaines idées neuves. Le présent travail nous donnera l'occasion d'examiner à nouveau cette question; ce que nous pourrons faire d'autant mieux que les observations de M. Delépine nous ont apporté des faits qui éclairent cette origine d'une vive lumière.

Les conclusions de M. Delépine sur l'âge des différentes formations de notre Dinantien, rapportées aux zones paléontologiques de Vaughan, présentent une garantie spéciale, du fait que leur exactitude a été reconnue, du moins pour la plupart d'entre elles, par M. Vaughan lui-même. Il ne sera pas sans intérêt de relater dans quelles circonstances.

En 1904, Vaughan (3) n'ayant, comme il le déclare lui-même, aucune connaissance personnelle de notre Calcaire carbonifère et n'ayant lu que les notions générales contenues dans quelques manuels, parmi lesquels il cite seulement la *Légende de la Carte géologique de la Belgique* (*1900*), le *Prodrome* de G. Dewalque et la *Géologie de la Belgique* de M. Mourlon, outre la note de M. M. Lohest *Sur le parallélisme entre le Calcaire carbonifère de Bristol et celui de la Belgique*, estime, avec raison, que l'essai de comparaison, qu'il cherche à établir d'après ces données très incomplètes, ne peut avoir grande valeur. Il en était bien ainsi,

---

(1) Dr Paul Gröber, Essai de comparaison entre les couches du Calcaire carbonifère de Belgique et celles de l'Angleterre caractérisées par des zones à polypiers et à brachiopodes. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV, Mém., pp. 25-48, 19 janvier 1910.)

(2) X. Stainier, Du mode de formation de la grande brèche du Carbonifère. (*Ibid.*, t. XXIV, pp. 188-196, 17 mai 1910.)

(3) Arthur Vaughan, The Palaeontological Sequence in the Carboniferous Limestone of the Bristol Area. (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXI, pp. 181-305, spécialement pp. 255-257 et 264.)

puisqu'il pensait que le Viséen de la classification belge comprend sa zone à *Caninia* (qu'il nomme aussi zone à *Syringothyris*) tout entière. Or, Vaughan estime avec raison que tout au moins sa zone *C1* doit être rangée dans la grande division paléontologique inférieure du Calcaire carbonifère, ou Tournaisien; et, en 1905, il était tenté d'y ranger encore *C2*, qu'il place aujourd'hui à la base de l'étage supérieur ou Viséen. Pensant donc que ses grandes divisions du Calcaire carbonifère du Sud-Ouest de l'Angleterre et du Sud du Pays de Galles ne coïncident pas avec celles que l'on nomme en Belgique *Étage tournaisien* et *Étage viséen*, il croit préférable, pour éviter tout danger de confusion, de créer de nouveaux termes et de substituer, pour dénommer les étages anglais, le terme *Clevedonian* au terme Tournaisien, et le terme *Kidwellian* au terme Viséen. Il n'en continua pas moins, dans ses publications subséquentes, à les désigner sous les noms de Tournaisien et de Viséen; néanmoins, son doute persista jusqu'à l'an dernier.

Pour trancher cette question, M. Vaughan résolut de consacrer les vacances d'été à étudier, sous la conduite de M. Delépine, la succession des couches du Calcaire carbonifère de la Belgique et la corrélation exacte des divisions admises par les géologues belges avec les zones définies par lui en Angleterre. Il annonça ce projet dans son rapport à l'Association britannique pour l'avancement des sciences (1).

M. Sollas, que je rencontrai à la *Darwin Celebration* à Cambridge, m'avait fait part, dès le mois de juin, de cette intention de M. Vaughan, qui me fut plus tard confirmée par M. Delépine, et je proposai alors à M. Vaughan de profiter aussi de son séjour en Belgique pour visiter le Carbonifère de la région dinantaise, que M. Delépine n'avait pas encore étudié; M. Vaughan accepta ma proposition; mais j'eus le regret de ne pouvoir l'accompagner sur le terrain, circonstance dont M. Vaughan n'eut d'ailleurs pas à souffrir, M. F. Kaisin ayant bien voulu me remplacer. M. Vaughan visita une grande partie du bassin de Namur et quelques points de la partie orientale du Condroz sous la conduite de M. Delépine, le Hainaut français en compagnie de M. Delépine et sous la conduite de M. Carpentier, enfin la région dinantaise en compagnie de M. Delépine, de M. Kaisin et de M. Salée.

---

(1) Faunal succession in the Lower Carboniferous Limestone (Avonian) of the British Isles. Report of the Commitee In *Report of the seventy-ninth meeting of the British Association for advancement of science.* Winnipeg, 1909, August 25-September 1. London, John Murray, 1910.

Il reconnut, en général, l'exactitude des vues de M. Delépine et les précisa sur quelques points [1]. Dans la région dinantaise, il se déclara convaincu des vues que nous avons soutenues, d'accord avec la Vallée Poussin, sur la non-autonomie de l'étage waulsortien de M. Dupont et sur l'ordre de succession et le synchronisme des couches. Il put aussi fixer le synchronisme des principales formations de la région avec celles du Sud-Ouest de l'Angleterre et reconnaître notamment que la limite entre le Tournaisien et le Viséen, telle que nous la comprenons dans la région dinantaise aussi bien que dans l'Est du Condroz, correspond, *tout au moins à très peu de chose près*, à la ligne de démarcation qu'il a établie entre les deux grandes divisions du Calcaire carbonifère du Sud-Ouest de l'Angleterre. A la session extraordinaire des Sociétés géologiques de Belgique réunies, M. Kaisin relata à plusieurs reprises ce que nous venons de rapporter.

M. Gröber assistait à cette session et il écouta avec beaucoup d'attention les explications de M. Kaisin. Les excursions de cette session servirent de point de départ aux études dont il a rendu compte à la Société. Ce n'est donc pas sans quelque surprise que nous avons lu, dans le mémoire de M. Gröber, les lignes suivantes [2] :

« Vaughan n'était pas certain de la parallélisation exacte de ses horizons avec ceux de la Belgique; c'est pourquoi il n'osait pas introduire les deux subdivisions du Carboniférien inférieur (Avonian) qui sont en vogue en Belgique (Tournaisien et Viséen). Il a proposé de remplacer ces deux termes par le Clevedonian et le Kidwellian avant qu'on sût que la limite du Tournaisien et du Viséen se trouvait au même niveau que la sienne entre le Clevedonian et le Kidwellian. Comme nous avons vu que ces deux limites occupent le même niveau, nous pouvons supprimer les deux nouveaux termes de Vaughan. »

Nous indiquons ci-dessous la liste des travaux de M. Delépine sur le Calcaire carbonifère, en donnant à chacun un numéro d'ordre, afin de faciliter les renvois que nous aurons à faire au cours de ce travail. Les deux premiers ont paru à une époque antérieure à notre *Description succincte* de l'an dernier. Quant aux autres, bien que la date indiquée pour quelques-uns soit un peu antérieure à la date de la publication de notre note susdite, cependant ils n'ont paru, en réalité, qu'à une date postérieure, la date indiquée étant celle de dépôt.

---

(1) Dans la note complémentaire qu'il a envoyée à son *Étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique*, le 21 juin 1910, M. Delépine rend pleine justice au concours que lui a prêté M. Vaughan. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV, Proc.-verb., pp. 210-211.)

(2) *Loc. cit.*, p. 37.

[1] Contribution à l'étude du Calcaire carbonifère dans le Tournaisis. (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. II, 1902, pp. 434-438.)

[2] Observations sur le Calcaire carbonifère du Hainaut. (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. IV, 1904, pp. 696-704.)

[3] Note sur des fossiles recueillis dans le Calcaire carbonifère de Belgique. (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 88-89, 5 mai 1909.)

[4] Comparaison entre les formations carbonifères de Malahide (Irlande) et les calchistes de Tournai. (*Ibid.*, pp. 89-91, 5 mai 1909.)

[5] Les caractères stratigraphiques du Calcaire carbonifère sur la bordure septentrionale du bassin de Namur : Note préliminaire. (*Ibid.*, pp. 126-153, 16 juin 1909.)

[6] Comparaison entre le Calcaire carbonifère du Sud-Ouest de l'Angleterre et celui du bassin de Namur. (*Ibid.*, pp. 175-190, 16 juin 1909.)

[7] Note sur le Calcaire carbonifère de Visé et les couches à brachiopodes du Midland. (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. IX, juin 1909, sous presse.)

[8] Nouvelles observations sur le Calcaire carbonifère de Belgique. (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 428-433, 17 novembre 1909.)

[9] Note sur la présence à Denée (Belgique) de la faune du Calcaire de Paire. (*Ibid.*, pp. 439-442, 15 décembre 1909.)

[10] Étude sur le Calcaire carbonifère de Tournai. (*Ibid.*, t. XXXIX, pp. 20-35, présenté à la séance du 15 décembre 1909, publié au procès-verbal de la séance de janvier 1910.)

[11] Sur la succession des faunes et la répartition des facies du Calcaire carbonifère de Belgique. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris*, t. CXLIX, pp. 1164-1166. présentée dans la séance du 6 décembre 1909, publiée au Compte rendu de la séance du 13 décembre 1909.)

[12] Étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique (Hainaut et région de Namur) : Comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV, Mém., pp. 3-24, 19 janvier 1910.)

[13] Faunal succession of the Carboniferous Limestone. Llantrisant. (*Geol. Mag.*, New ser., Dec., V, vol. VII, pp. 67-70, Febr. 1910.)

[14] Quelques observations sur le Calcaire carbonifère : Bassin de Namur et Nord-Est du Condroz. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVII, pp. 99-105, 17 avril 1910.)

[15] Note sur la brèche rouge de Landelies. (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, 20 avril 1910, sous presse.)

[16] Observations sur le Calcaire carbonifère de la vallée du Bocq et de la vallée de la Molignée. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, Bull., pp. 219-223, 19 juin 1910.)

[17] Note sur la position stratigraphique du Calcaire carbonifère de Visé. (*Ibid.*, Bull., pp. 224-232, 19 juin 1910.)

[18] Étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique (Note complémentaire). (*Ann. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV, Bull., pp. 210-211, 21 juin 1910.)

M. Delépine [1] a eu la gracieuseté de constater que les résultats obtenus par ses études paléontologiques s'accordent, dans leurs grandes lignes, avec ceux que nous avons formulés dans le tableau de la succession des couches, publié en juillet 1909. Nous croyons, en effet, que, si l'on excepte un point où nous avons eu peut-être le tort de suivre de trop près l'appréciation de M. Éd. Dupont et de nos confrères liégeois, les études paléontologiques de M. Delépine ont confirmé, d'une manière souvent frappante, les *synchronismes* auxquels nous avait conduit l'application de la méthode stratigraphique. Il en a été de même, nous semble-t-il, pour la *limite entre le Tournaisien et le Viséen*, la seule à laquelle nous attribuions une valeur paléontologique. Mais, *pour les autres subdivisions*, si l'étude détaillée des zones paléontologiques tend à confirmer que *les limites lithologiques que nous avons adoptées répondent à des horizons sensiblement constants*, par contre, le plus souvent, comme on devait d'ailleurs s'y attendre, *ces limites ne coïncident pas exactement avec les limites des zones paléontologiques*. Il est bon d'ajouter au surplus que, dans la plupart des cas, ces *limites* paléontologiques ne sont pas encore rigoureusement établies. Aussi le tableau ci-contre, dans lequel nous cherchons à résumer les résultats des recherches de M. Delépine sur les relations entre les zones paléontologiques et les divisions stratigraphiques que nous avons adoptées, ne doit-il être considéré comme exact que dans ses grandes lignes. Nous le faisons suivre d'explications plus détaillées sur les découvertes faites dans les divers termes de notre échelle stratigraphique : ces explications mettront mieux les choses au point.

Viséen.

D3 Les trois ou quatre derniers mètres du Calcaire supérieur d'Anhée, **V2c**.

D2 Calcaire supérieur d'Anhée, **V2c**.

D1 { Grande brèche, **V2b**. / Couches les plus élevées du Calcaire inférieur d'Anhée, **V2a**. } Calcaire de Visé.

S2 { Calcaire inférieur d'Anhée, **V2a**. / Calcaire de Neffe proprement dit, **V1c**. / Dolomie et calcaire de Sovet [2] : partie supérieure, **V1b**. }

S1 Partie moyenne et peut-être inférieure des Dolomie et calcaire de Sovet, **V1b**.

C2 Marbre noir de Dinant, **V1a**; Calcaire noir sans cherts et Calcaire à crinoïdes à *Chonetes papilionacea* de l'Est du Condroz, **V1az**; Calcaire oolithique inférieur (*facies* de Neffe) à *Productus sublaevis* du bassin de Namur et de l'Est du Condroz, **V1a**.

---

[1] [12], p. 20

[2] Nous appelons ici *Dolomie et calcaire de Sovet* les formations que nous avions désignées antérieurement sous le nom de *Dolomie de Namur*.

Tournaisien.

C1	Calcaire de Vaulx et Calcaire de Paire, **T2c**.	Calcaire de Leffe.
	Petit-granit, **T2b**.	
Z2	Calcaire d'Yvoir, **T2a**; couches waulsortiennes inférieures, **T2ap** (Nord de Denée).	Calcaire d'Allain et de Mévergnies.
	Calschistes de Maredsous, **T1d**. Schistes et calschistes de l'Est du Condroz rapportés jusqu'ici à **T1b**.	
Z1	Calcaire de Landelies, **T1c**.	
	Schistes à *octoplicatus*, **T1b**; Calschistes d'Attre.	
K2?	Calcaire et schistes d'Hastière, **T1a**.	
K1 et **Km**	Assise de Comblain-au-Pont.	

Assise d'Etroeungt ou de Comblain-au-Pont.

Comme on le sait, l'assise d'Etrœungt de M. Gosselet, assise que l'on a trouvé bon de nommer, en Belgique, assise de Comblain-au-Pont, contient un mélange d'espèces devoniennes et d'espèces carbonifères. M. Gosselet l'a considérée comme terminant le Devonien. Les auteurs allemands la rangent, au contraire, à la base du Carbonifère, surtout depuis que M. Holzapfel a montré que les céphalopodes, déterminés par Hébert comme *Clymenia*, sont en réalité des *Prolecanites*, voisins de ceux qu'il a décrits dans le Culm marin de Breitscheid. Une autre raison qui influence plus spécialement le jugement des géologues anglais, c'est que les plus anciennes couches franchement marines qui reposent sur l'*Old red* semblent appartenir à ce niveau. La tendance à faire de l'assise d'Etrœungt la base du Carbonifère s'est aussi manifestée en France, dans ces dernières années (1). Chez nous, G. Dewalque aurait voulu faire adopter également cette limite, que M. Éd. Dupont avait admise déjà dans ses premiers travaux; mais la majorité du Conseil de surveillance de la Commission géologique trancha la question en sens contraire. A notre avis, la principale raison qui pouvait légitimer cette résolution était une raison pratique. Il arrive souvent que l'assise de Comblain-au-Pont ne se présente pas d'une manière distincte : il est probable qu'elle se confond alors lithologiquement avec le sommet de l'assise d'Evieux, et les fossiles

(1) Cf. A. Carpentier, Note sur la zone d'Etrœungt (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVII, 1908, p. 30.) — G. Delépine, [6], p. 186 en note, et [12], p. 23. — Em. Haug, *Traité de géologie*, pp. 750 et 765.

font souvent défaut. Il aurait donc fallu se résigner à tracer, dans ce cas, une limite tout à fait arbitraire entre le Devonien et le Carbonifère; ou bien, si, comme le proposait Dewalque, on avait tracé cette limite à la base des premiers calcaires, elle n'aurait pas correspondu à un niveau stratigraphique constant. Au contraire, on pensait que la limite adoptée permettrait de tracer cette limite à un niveau à peu près constant pour tout le pays.

Comme nous le verrons plus loin, les recherches de M. Delépine ont montré que cet espoir n'a pas été pleinement réalisé; il arrive que ce que l'on a pris pour le correspondant du calcaire d'Hastière appartient, en réalité, à un niveau plus élevé. La raison pratique que nous signalions plus haut semble donc perdre de son importance, à moins qu'on ne se décide à remonter encore plus haut la limite conventionnelle.

Quoi qu'il en soit, M. Vaughan, qui a visité cette assise à Etrœungt, à Hastière et à Comblain-au-Pont, y a vu un représentant de sa zone *K*, ou à *Cleistopora*, y compris, sans doute, le niveau *Km* (1), niveau le plus inférieur du Carbonifère du Sud-Ouest de l'Angleterre. Il rapporte également à la zone *K* le niveau calcareux qui, à Arquennes (Nord du bassin de Namur), repose immédiatement sur les psammites devoniens (2). Cette dernière assimilation a été motivée surtout par la présence d'un petit brachiopode très abondant qu'y a découvert M. Kaisin, et dans lequel M. Vaughan a reconnu son *Eumetria* (*Retzia*) aff. *carbonaria* (3), pratiquement caractéristique de la sous-zone *K1* (4).

---

(1) M. Vaughan considère les *Couches à Modiola* qui reposent immédiatement sur l'*Old red* du Sud-Ouest de l'Angleterre, plutôt comme une simple phase d'eaux peu profondes, que comme une véritable zone. C'est pourquoi il remplace aujourd'hui le symbole *M* par lequel il désignait primitivement ces couches par le symbole *Km*.

(2) Voir, au sujet de ces couches, F. Kaisin, Compte rendu de l'excursion faite le 29 mai 1906 par la IIIe Section de la Société scientifique de Bruxelles dans la vallée de la Samme. (*Ann. Soc. scient. de Bruxelles*, t. XXX, 2e partie. — Cf. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXII, Proc.-verb., pp. 409-410.)

(3) [6], p. 186.

(4) Arthur Vaughan, The Palaeontological Sequence, etc. (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXI, p. 190.)

Étage tournaisien.

T1a [1]. — Comme on le sait, les couches connues sous le nom de *Schistes et calcaires d'Hastière*, et notamment leur partie moyenne franchement calcaire, présentent un développement fort variable. De 30 à 40 mètres de puissance, avec 20 mètres pour la partie moyenne calcaire, au Sud du bassin de Dinant dans la région dinantaise, ces couches, s'atténuant successivement à mesure qu'on s'avance vers le Nord, se réduisent presque à rien au Sud du bassin de Namur, là où, comme à Landelies ou à Aisémont, elles se trouvent en dessous de Schistes à *octoplicatus* bien caractérisés. Cela étant, il pouvait paraître singulier que l'on retrouvât ce niveau dans le Nord-Est du Condroz, avec une puissance comparable à celle qu'il possède au Sud de la région dinantaise : et ce fait nous paraissait d'autant plus étrange que les zones de facies se dirigent généralement à peu près de l'Est à l'Ouest, en traversant obliquement la direction des allures et même l'anticlinal du Condroz. Aussi n'avons-nous été que médiocrement surpris lorsque M. Delépine nous a appris que les calcaires que l'on avait pris pour le calcaire d'Hastière sur le Hoyoux et sur l'Ourthe, appartiennent à un niveau plus élevé. Cette apparition tardive du régime franchement calcareux est beaucoup mieux en rapport avec la situation géographique. Ce fait tend aussi à confirmer indirectement que la zone calcareuse, qui se trouve sous les vrais Schistes à *octoplicatus*, lorsqu'elle est peu développée, pourrait bien ne représenter que le sommet des « Schistes et calcaires d'Hastière ».

La faune des Schistes et calcaires d'Hastière n'a pas encore été suffisamment étudiée à l'heure qu'il est, pour qu'on puisse fixer sa corrélation exacte avec les zones de Vaughan. Ce n'est donc que d'une manière approximative et en nous basant sur sa position stratigraphique sous les schistes à *octoplicatus*, que nous l'avons placée, dans le tableau ci-dessus, au niveau *K2*. Il pourrait se faire, tout aussi bien, qu'elle appartînt, en tout ou en partie, au niveau inférieur de la zone *Z1*.

---

[1] Les symboles que nous imprimons en *lettres grasses* répondent aux termes que nous avons définis et que nous avons désignés par les mêmes symboles dans notre *Description succincte des assises du Calcaire carbonifère de la Belgique*. Leur signification diffère parfois de celle des symboles correspondants de la Carte géologique de la Belgique au 40 000e, ou des symboles de la Carte au 20 000e de M. Dupont.

T1b. — Les *Schistes* dits *à octoplicatus*, tels qu'on les observe dans toute la partie occidentale du bassin de Dinant et au Sud du bassin de Namur entre Landelies et Aisémont, appartiennent certainement à la zone *Z1* de Vaughan. C'est à tort que M. Gröber (1) les range au niveau de la zone *K2*.

L'abondance de *Zaphrentis* et notamment la présence de *Z. Vaughani* Douglas (2), qui, en Angleterre, n'a jamais été trouvé que dans la zone *Z1*, est démonstrative. C'est le jugement qu'a prononcé Vaughan lui-même, lorsqu'il est venu observer sur place différents gisements fossilifères de schistes dits à *octoplicatus* de la région dinantaise; c'est aussi la conclusion à laquelle est arrivé M. Delépine. Le nom de *Schistes à octoplicatus* aura peut-être influencé le jugement de M. Gröber, M. Vaughan ayant donné à son terme *K2* le nom de sous-zone à *Spiriferina* cf. *octoplicata;* mais, nous l'avons dit, M. Vaughan lui-même a reconnu que le niveau ainsi nommé par lui est inférieur à nos Schistes à *octoplicatus*. Du reste, même en Angleterre, la *Sp.* cf. *octoplicata* de Vaughan existe encore dans la zone à *Zaphrentis*.

Contrairement à ce que l'on croyait jusqu'ici, les Schistes à *octoplicatus* paraissent faire défaut dans la partie orientale du bassin de Dinant et du Sud du bassin de Namur. Déjà M. van den Broeck (3) avait déclaré qu'ils peuvent faire défaut dans le Condroz. M. Delépine,

---

(1) *Loc. cit.*, p. 28.

(2) Douglas, *Quart Journ. Geol. Soc.*, vol. LXV, p. 577, table XXVII, fig. 11, November 1909. — Ce petit *Zaphrentis*, d'un caractère assez spécial, qui se rencontre en assez grande abondance dans nos Schistes à *octoplicatus* et dans les couches correspondantes de la bande Nord du Hainaut, avait vivement frappé Vaughan, lors de son séjour en Belgique. Il en a recueilli et s'en est fait adresser de nombreux échantillons, tant de la région dinantaise que de la région du Nord. Dans sa correspondance avec M. Salée, il revient par trois fois sur cette forme, qu'il déclare *an important zonal form*. C'est bien, au témoignage de M. Vaughan lui-même, la forme décrite par Douglas. La seule différence entre la forme, telle que l'a décrite Douglas, et la forme belge, est que Douglas considère comme un des caractères de l'espèce la position de la fossette du côté de la courbure concave du polypier, tandis que les polypiers de ce type recueillis en Belgique sont très variables sous ce rapport. Cette espèce n'a été trouvée, en Angleterre, que dans la zone *Z1*; mais elle y paraît rare, tandis qu'elle est commune en Belgique. C'est cette forme que M. Delépine désigne sous le nom de *Zaphrentis* sp. dans les Calschistes d'Attre et dans les couches correspondantes d'Arquennes ([12], pp. 6, 7 et 8); et c'est évidemment cette même forme que M. Gröber a recueillie dans les mêmes gisements (Paul Gröber, *loc. cit.*, pp. 27, 30 et 31) et qu'il décrit très brièvement sous le nom de *Zaphrentis* sp. (*loc. cit.*, p. 42).

(3) *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*, t. II, Annexes, p. 8, note 3.

en étudiant avec M. A. Vaughan les coupes classiques du Hoyoux et de l'Ourthe, a reconnu que la formation que l'on avait prise pour les *Schistes à octoplicatus*, parce que c'est le premier niveau schisteux situé au-dessus d'un niveau calcaire bien développé, ne contient pas la faune de ces schistes, mais bien celle des *Calschistes de Maredsous* (1). Il en est de même à Ampsin (2), dans la région Est du Sud du bassin de Namur, où les schistes que M. Lohest avait pris pour les Schistes à *octoplicatus* contiennent également la faune des Calschistes **T1d**. La conclusion qui découle de ce dernier fait est, de plus, confirmée par la présence, constatée par M. Delépine, à Ampsin, du *Zaphrentis Vaughani* à un niveau plus bas, dans des calcaires à crinoïdes en bancs très minces alternant avec les psammites supérieurs et situés sous les couches que M. Lohest avait prises pour les Schistes et calcaires d'Hastière.

Il semble qu'au Nord du bassin de Namur également, le régime calcareux ou calcaréo-schisteux s'est établi plus tard à l'Est qu'à l'Ouest. Dans la vallée de l'Orneau (3), où l'on ne peut admettre l'existence d'aucune faille à la base du Carbonifère, il n'existe, sous les couches à cherts qui doivent se rapporter au Calcaire d'Yvoir, comme nous le verrons bientôt, que quelques bancs de schistes et de calcaire faisant passage aux psammites, qui, eux-mêmes, y sont d'ailleurs fort peu développés. Dans le Hainaut, au contraire (4), à Arquennes et à Mévergnies-Attre, on observe des couches calcaréo-schisteuses à *Zaphrentis Vaughani* qui, d'après M. Vaughan lui-même qui les a visitées avec M. Delépine, appartiennent à la zone *Z1* et sont, sans doute, synchro-

---

(1) [14], pp. 104-105, en note.

(2) *Ibid.* et [12], p. 16.

(3) [5], p. 132; [6], p. 186; [12], p. 8.

(4) [12], pp. 6-8 et p. 23. — Dans ses publications antérieures, M. Delépine avait paru hésitant sur le niveau à assigner à ces couches ([6], p. 186; [11], p. 1164). La présence de *Productus bassus* Vgn. et de *Spiriferina* cf. *octoplicata* à Mévergnies-Attre et de cette dernière à Arquennes, d'une part, et, d'autre part, la présence, déjà abondante, de *Zaphrentis* expliquent ce doute. Comme nous allons le dire dans le texte, la seconde espèce n'est pas démonstrative. Quant au *Productus bassus*, nous croyons savoir que M. Vaughan n'est pas convaincu que la forme d'Attre-Mévergnies soit identique au type qu'il a décrit de la zone *K1* et qu'il considère comme *pratiquement* caractéristique de cette sous-zone; d'autre part, M. Delépine, tout en maintenant l'exactitude de sa détermination, admet aujourd'hui que la présence de cette espèce ne peut infirmer la conclusion qui se dégage de l'ensemble de la faune et notamment de la faune corallienne.

niques des Schistes à *octoplicatus*. Pour la raison indiquée plus haut, nous pensons que c'est à tort que M. Gröber [1] synchronise ces couches à l'*octoplicatus subzone* de Vaughan.

T1c. — La faune du *Calcaire de Landelies* n'a pas encore été bien étudiée à ce point de vue. Toutefois M. Salée y a rencontré, à Hastière, *Zaphrentis Vaughani* et, à Yvoir, *Z. Delanouei* : il en résulte que ces couches appartiennent, au moins partiellement, au niveau *Z1*; mais rien ne prouve que la partie supérieure du Calcaire de Landelies appartienne encore à cette zone. Il peut se faire que la limite entre *Z1* et *Z2* se trouve au milieu du Calcaire de Landelies.

D'après ce que nous avons vu plus haut, c'est également au Calcaire de Landelies qu'il faut désormais rapporter les calcaires alternant ou non avec des schistes, qui, dans l'Est du Condroz ou dans l'Est du bassin de Namur, s'observent sous les couches schisteuses et schisto-calcareuses que l'on y avait confondues avec les Schistes à *octoplicatus*. M. Delépine y a trouvé une faune qu'il rapporte au sommet de *Z1* de Vaughan [2].

---

[1] Paul Gröber, *loc. cit.*, pp. 27, 28-32 et 40. — Disons, à ce propos, que les formes désignées par M. Gröber sous les noms de *Spirifer* aff. *clathratus* et de *Camarotoechia mitcheldeanensis*, sont respectivement les formes décrites par De Koninck sous les noms de *Spirifer tornacensis* et de *Rhynchonella acutirugata*. Il semble bien que ces formes sont celles que Vaughan désigne, en Angleterre, sous les noms que leur assigne M. Gröber. S'il en est ainsi, le nom spécifique de De Koninck doit néanmoins être conservé, tout au moins à la seconde, ce nom étant incontestablement antérieur à celui de Vaughan. Quant au nom spécifique de la première, *clathratus*, qui est de M'Coy, il est antérieur à *tornacensis*. Mais, du moment où l'on parle, non de *Spirifer clathratus*, mais d'un *Spirifer* aff. *clathratus*, il serait bon de désigner cet *affinis* sous le nom sous lequel il a été décrit, et d'écrire, par conséquent, ou bien *Spirifer tornacensis* (*Spirifer* aff. *clathratus* Vaug.), ou bien, si l'on croit avoir affaire à une simple variété : *Spirifer clathratus* M'Coy, var. *tornacensis* De Kon. (*Spirifer* aff. *clathratus* Vaughan). Cette observation ne s'adresse pas à M. Vaughan, qui écrivait en Angleterre sur des dépôts et des fossiles d'Angleterre, qui a eu soin de faire toutes les réserves nécessaires sur les noms de fossiles qu'il emploie et qui fait notamment une réserve spéciale sur les relations entre son aff. *clathratus* et le *tornacensis* de De Koninck. Mais M. Gröber écrit en Belgique, sur des terrains et des fossiles belges; le Musée royal d'Histoire naturelle avait mis libéralement à sa disposition ses riches collections, comprenant les types de De Koninck, sa bibliothèque et son personnel. Il lui était donc facile de se renseigner, et de parler un langage scientifiquement correct, et intelligible à la fois pour ses lecteurs belges et pour ses lecteurs étrangers.

[2] Communication verbale.

T1d. — La faune des *Calschistes de Maredsous* doit les faire ranger, sans conteste, au niveau *Z2* de Vaughan (1). Comme nous l'avons dit, les études paléontologiques de M. Delépine ont montré que ce facies calcaréo-schisteux, avec la faune qui le caractérise, est encore plus universellement répandu dans le bassin de Dinant que nous ne le pensions nous-même. Au Sud du bassin de Namur, il existe depuis Landelies jusqu'à Ampsin (2). Au Nord, la faune *Z2* se trouve sous les calcaires siliceux d'Yvoir, depuis Tournai [Calcaire d'Allain] (3) jusqu'à l'Orneau (4); mais il paraît impossible d'y distinguer les niveaux **T1c** et **T1d.** Il est tout à fait certain, notamment, que les couches de la carrière située à Arquennes, à l'Est de l'écluse 29, n'appartiennent pas au niveau γ, comme le veut M. Gröber (5), les calcaires à chert qui surmontent ces couches contenant encore la faune *Z2* d'Allain (6).

La seule raison que donne M. Gröber pour ranger les couches de

---

(1) Ce parallélisme a été clairement reconnu par MM. Vaughan et Delépine lors de leurs excursions dans la région dinantaise sous la conduite de M. Kaisin. La prépondérance des *Zaphrentis*, et notamment de *Zaphrentis Omaliusi* de M.-Edw. et Haime et *Zaphrentis Konincki* de M.-Edw. et Haime, jointe à la rareté relative des *Caninia*, est particulièrement démonstrative. On sait que M. Vaughan désignait en 1904, sous le nom de *Zaphrentis* aff. *cornucopiae*, une forme que R. G. Carruthers (*Geol. Mag.*, New Ser., Dec. V, vol. V, pp. 67 seq.) a reconnue identique au *Zaphrentis Konincki* de Milne-Edwards et Haime, et sous le nom de *Zaphrentis* aff. *Phillipsi*, des formes que Carruthers rapporte, les unes au *Zaphrentis Omaliusi* de Milne-Edwards et Haime (*Ibid.*, pp. 25 seq.), les autres au *Zaphrentis Delanouei* de Milne-Edwards et Haime (*Ibid.*, pp. 63-67). — Depuis 1908, date du travail de Carruthers, Vaughan et tous les autres auteurs qui se sont occupés du sujet, adoptent les conclusions de Carruthers. Seul M. Gröber se borne à employer encore les dénominations créées en 1904 par Vaughan et abandonnées plus tard par lui; ce qui, du moins pour *Zaphrentis* aff. *Phillipsi*, donne lieu à équivoque, puisque cette dénomination s'applique à deux espèces distinctes et de répartition stratigraphique différente. Rappelons donc que M. Salée, lors de l'excursion de la Société dans la région dinantaise, a montré, dans les Calschistes de Maredsous à Yvoir, des *Zaphrentis Omaliusi* et des *Zaphrentis Konincki* (ceux-ci, quoi qu'en dise M. Gröber, y sont particulièrement abondants). Quant au *Zaphrentis Delanouei*, il semble, à Yvoir, exister surtout dans le Calcaire de Landelies. On sait, depuis le travail de M. Carruthers, que, d'après M. Vaughan, le *Zaphrentis Delanouei* est pratiquement caractéristique en Angleterre du niveau *Z1*, tandis que *Zaphrentis Omaliusi*, pratiquement inconnu dans *Z1*, fourmille dans *Z2*, et que *Zaphrentis Konincki* semble apparaître à la base de la sous-zone *Z2*, vers le sommet de laquelle il atteint son maximum.

(2) [10], p. 33; [12], pp. 13-18.

(3) [10], pp. 23, 24, 28-29, 31, 32 et 34.

(4) [12], pp. 4-9.

(5) Paul Gröber, *loc. cit.*, pp. 29 et 30-32.

(6) [12], p. 7.

cette carrière au niveau γ, est la trouvaille qu'il y a faite d'un polypier qu'il croit pouvoir assimiler à la mutation γ de Vaughan du *Caninia cylindrica*. Il ne figure pas ce polypier. Mais, comme nous le dirons plus loin, l'échantillon provenant du Petit-granit d'Yvoir, qu'il figure et décrit sous le nom de *Caninia cylindrica*, mut. γ Vaughan, appartient certainement au *type* de l'espèce qui, loin d'être caractéristique de l'horizon, se rencontre à des niveaux fort variés.

Comme nous l'avons dit, M. Delépine a reconnu que les couches argileuses et argilo-calcareuses, que l'on avait prises pour des Schistes à *octoplicatus* dans la région du Hoyoux et de l'Ourthe, ont la faune *Z2*, qui est la faune des Calschistes de Maredsous (1). Il n'est pas démontré cependant que ces couches correspondent *exactement* au niveau de ces calschistes. Elles reposent, en effet, immédiatement sur des couches à faune *Z1* (2), tandis qu'il est possible que le sommet du Calcaire de Landelies appartienne déjà au niveau *Z2*. D'autre part, elles sont séparées du Petit-granit par une série de calcaires, sans cherts à la partie inférieure, avec cherts à la partie supérieure : cet ensemble est bien plus puissant que ne l'est le calcaire d'Yvoir, lorsqu'il a conservé son facies normal. Il faut ajouter cependant que le calcaire à cherts, sur lequel repose le Petit-granit de l'Ourthe, contient déjà, d'après M. Delépine (3), la faune *C1*, ce qui n'est pas le cas pour le Calcaire d'Yvoir normal. La fixation du niveau *précis* des différentes couches inférieures au Petit-granit de l'Est du Condroz demande donc de nouvelles recherches.

T2a. — Une belle collection de polypiers bien dégagés a été recueillie par notre confrère Joseph Woot de Trixhe dans le *Calcaire d'Yvoir* de la carrière située au-dessus de la station d'Yvoir : elle a été soumise par lui à M. Salée, qui se réserve de publier prochainement la liste des espèces. Nous pouvons dire, dès maintenant, que l'abondance des *Zaphrentis* montre que l'on est encore dans le niveau *Z2* et que la forte prédominance du *Zaphrentis Konincki* et la proportion déjà notable de *Caninia cornucopiæ* indiquent que l'on approche du sommet de ce niveau. M. Salée a trouvé, en outre, *dans la roche* du même calcaire à cherts d'Yvoir, des polypiers dont la coupe est bien celle de *Caninia cylindrica*.

---

(1) [14], pp. 104-105, en note.
(2) Voir plus haut, p. 258.
(3) Communication verbale.

Le caractère spécial de cette faune corallienne se retrouve dans le Tournaisis, à la partie supérieure des couches exploitées au Nord de la faille *Dondaine* (1). De même que dans le Calcaire d'Yvoir, *Cyathaxonia cornu* y est particulièrement abondant. Nous avions assimilé au Calcaire d'Yvoir les couches les plus élevées, où commencent à apparaître des cherts. D'après les données paléontologiques recueillies par M. Delépine, peut-être faudrait-il placer la base du Calcaire d'Yvoir quelques mètres plus bas que nous ne l'avons fait. Cela n'aurait rien d'étonnant, les cherts n'apparaissant pas toujours dès la base du Calcaire d'Yvoir, même dans les coupes les plus typiques.

C'est aussi une faune caractéristique de *Z2* que M. Delépine a observée depuis la Dendre jusqu'à l'Orneau (2), dans les calcaires siliceux avec cherts qui se trouvent sous le Petit-granit, ou sous la dolomie qui le remplace, calcaires siliceux que nous avons assimilés également au Calcaire d'Yvoir : toutefois, les *Caninia cornucopiæ* y semblent moins abondants, et M. Delépine serait porté à considérer certains affleurements de ces couches comme appartenant à un niveau un peu moins élevé de la zone *Z2* (3).

T2ap. — Le calcaire crinoïdique exploité comme « petit-granit » au Nord de Denée, et dont la faune appartient, d'après les observations de M. Delépine (4), au sommet du niveau *Z2* de Vaughan, répond à un des facies que nous avons réunis sous la notation **T1ap** (*Facies waulsortiens stratifiés du niveau inférieur*). Les 6 mètres de couches les plus foncées qui le séparent du calcaire violacé devraient encore être rangés, d'après leur facies minéralogique, au *niveau du calcaire d'Yvoir de la région Sud* (région où, comme nous l'avons exposé ailleurs, le terme **T2b**, *Petit-granit*, fait régulièrement défaut), *sans que cependant la disparition de ce facies puisse être attribuée à une lacune stratigraphique*. Mais ces couches contiennent déjà la faune *C1*. Il restera à examiner dans l'avenir si le Petit-granit de la zone d'Yvoir, ou du moins sa partie inférieure, n'appartient peut-être pas au niveau du « petit-granit de Denée ».

T2b. — Le *Petit-granit*, tant celui qu'on exploite au Nord du bassin de Namur entre Maffle et Ligny, que celui de l'Est du Condroz,

---

(1) [10], pp. 23, 24, 29, 31, 32 et 34; [12], p. 5.
(2) [12], pp. 6-9.
(3) Communication verbale.
(4) [9], p. 440.

contient la faune *C1*, spécialement caractérisée (1) par la grande prédominance de *Caninia cornucopiæ* Mich. emend. Carruthers (2) sur les *Zaphrentis*, et par l'abondance de *Caninia cylindrica*. C'est dans cette zone qu'apparaît *Caninia patula*, qui semble devenir assez abondant dans les couches supérieures. Les vrais *Cyathophyllum* paraissent encore faire défaut (3). Il semble toutefois que le facies petit-granit

---

(1) [6], p. 187; [10], pp. 32-34; [11], p. 1165; [12], pp. 7 et 8; [14], pp. 100 et 102.

(2) *Geol. Mag.*, New Ser., Dec. V, vol. V, 1908, pp. 159 seq. — Il peut paraître étrange, à première vue, que M. Gröber ne cite nulle part, dans le Petit-granit ou dans les couches tournaisiennes qui le recouvrent, le *Caninia cornucopiae*, qui y est cependant si abondant et que Vaughan considère aujourd'hui comme l'espèce la plus importante de sa sous-zone *C1*. On s'explique toutefois cette omission, en constatant que M. Gröber fait partout abstraction des travaux publiés par Carruthers en 1908, comme aussi de tous les travaux qui ont paru depuis cette époque, sur les polypiers, ou sur la stratigraphie du Calcaire carbonifère de l'Angleterre. Pour ce qui concerne la classification de Vaughan, il s'en tient à la *Palaeontological Sequence*, présentée par Vaughan, en 1904, à la Société géologique de Londres, et publiée en 1905.

(3) La plus ancienne *Caninia cornucopiae* rencontrée jusqu'ici en Belgique est, pensons-nous, celle que M. Salée a trouvée dans les couches de passage entre les Schistes à *octoplicatus* et le Calcaire de Landelies, sur le chemin d'Insemont (Hastière). La présence de cette espèce a été constatée par le même observateur dans le Calcaire de Landelies à Yvoir. Il n'est pas impossible que la forme spéciale de « *Caninia cylindrica* qu'on trouve, par exemple, dans le Calcaire de Landelies » dont parle M. Gröber, p. 31, en note, du mémoire cité, soit également une *Caninia cornucopiae*.

Cette espèce ne commence cependant à devenir abondante, comme nous l'avons dit plus haut, que dans le Calcaire d'Yvoir. Elle est tout à fait prédominante dans le Petit-granit et dans le Calcaire de Vaulx et de Paire. M Delépine l'a trouvée encore, mais en moins grande abondance, dans le niveau inférieur du Viséen, qu'il rapporte à la zone *C2* de Vaughan : c'est ce qu'on observe également à ce niveau, en Angleterre.

Quant aux espèces plus évoluées de *Caninia*, on ne pouvait convenablement les délimiter avant les recherches de M. Salée, qui paraîtront prochainement dans les *Mémoires* in-4° de la Société, mais dont M. Delépine avait pu déjà profiter.

Comme nous l'avons dit plus haut, M Salée a trouvé *Caninia cylindrica* dans le Calcaire à cherts d'Yvoir. Peut-être M. Gröber a-t-il trouvé la même espèce à un niveau un peu plus bas, à Arquennes (Mémoire cité, p. 39; cf. p. 31, en note); mais, en l'absence de figure, il est impossible de se prononcer. M. Salée a rencontré aussi cette forme dans le Petit-granit d'Yvoir : et c'est également au *type* de l'espèce qu'appartient la forme qu'y a trouvée M. Gröber, et qu'il figure sous le nom de *Caninia cylindrica*, mut. γ. Cette espèce est d'ailleurs assez abondante dans tout le Petit-granit; mais elle paraît plus abondante, d'après M. Delépine, dans les couches tournaisiennes qui le recouvrent. Enfin, M. Delépine l'a rencontrée encore dans les couches de la base du Viséen.

Si l'on s'en rapporte aux descriptions accompagnées de figures des auteurs anglais, *Caninia patula*, telle que la limite M. Salée, apparaît dans les Iles Britanniques au niveau *C* et atteint un maximum en *S1*. En Belgique, M. Delépine a reconnu sa présence abondante dans le Calcaire à cherts de la base des carrières de Vaulx. M. Salée l'a

commence plus bas dans le Hainaut que dans l'Est du Condroz : les couches à cherts, sur lesquelles il repose dans cette dernière région, paraissent devoir être rangées déjà dans le niveau *C1*, tandis que, dans le Hainaut, les couches à cherts sur lesquelles repose le Petit-granit, ou la dolomie qui représente parfois ses premières couches, contiennent la faune *Z2* bien caractérisée, et aucune observation précise ne permet même d'affirmer que cette faune ne monte pas jusque dans les couches les plus inférieures du Petit-granit du Hainaut.

Dans le Hainaut, la superposition du Petit-granit au Calcaire d'Yvoir ne paraît d'ailleurs avoir été nettement observée qu'à Arquennes (1) : un niveau de dolomie d'épaisseur variable y sépare les deux formations. Au Trou-aux-Rats, près du pont du chemin de fer, cette dolomie se réduit à 1m60 de puissance : elle paraît provenir de la dolomitisation du Petit-granit; dans d'autres points, la dolomitisation a atteint aussi le calcaire à cherts que nous avons assimilé au Calcaire d'Yvoir.

Sur la Dendre, au Sud de Mévergnies, le Petit-granit et le sommet du Calcaire d'Yvoir sont complètement dolomitisés, comme l'a bien démontré M. Delépine (2). Quant au synchronisme universellement

---

vue dans des « Petits-granits » de provenance inconnue : on l'y rencontre toutefois moins souvent que *Caninia cylindrica*. Les polypiers que M. Gröber désigne sous le nom de *Canino-Cyathophyllum C2*, et qu'il a trouvés en place dans le Petit-granit, ne diffèrent, d'ailleurs, en rien du *Caninia patula* type; du moins en est-il ainsi de l'échantillon représenté figure 4. L'observation de M. Gröber confirme donc la présence de cette espèce dans le Petit-granit, tout au moins à sa partie supérieure. Nous avons dit plus haut qu'elle existe aussi, et parfois abondamment, dans le Calcaire de Vaulx. Mais de nouvelles recherches seront nécessaires pour mieux fixer l'extension verticale de cette espèce.

Quant aux véritables *Cyathophyllum*, on n'en a signalé aucun avec certitude *dans le Carbonifère belge*, qui fût antérieur aux couches de la base du Viséen (zone *C2* à *Cyathophyllum* φ de Vaughan).

(1) H. DE DORLODOT, Résultats de quelques excursions faites dans le Calcaire carbonifère des environs d'Arquennes et des Écaussines, en compagnie de M. Malaise. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XI, Proc.-verb., pp. 73-75.)

(2) [2], pp. 702-704; [12], pp. 6-7. — Telle avait été aussi notre impression, lorsque nous avons accompagné M. Malaise dans cette région, pour le levé de la feuille *Ath-Blicquy;* et nous avions tracé en conséquence la feuille-minute au 20 000e. Mais, à la veille de l'impression de la feuille au 40 000e, M. Velge nous déclara que cette manière de voir était incompatible avec ses observations sur la planchette de Lens. Force nous fut de nous soumettre, et nous supposâmes, dès lors, que la dolomie à chert du moulin de Brugelette représente, non le Calcaire d'Yvoir, mais bien les calcaires à cherts qui surmontent le Petit-granit (Calcaire de Vaulx), et que la dolomie très crinoïdique et sans cherts, *dont nous avions observé la superposition directe à ces couches cherteuses*, mais que nous n'avions pu suivre plus loin, représentait simple-

admis déjà en Belgique entre le Petit-granit et la dolomie à crinoïdes, si développée au Sud du bassin de Namur, et au Nord de ce bassin à l'Est de Ligny, elle a été confirmée également par M. Delépine, tant par l'observation détaillée du passage latéral du facies calcaire au facies dolomitique à l'Est de Ligny (1), que par l'étude de la faune (2). L'abondance de *Caninia cornucopiæ* et d'autres fossiles caractéristiques lui a montré que cette dolomie appartient, comme le Petit-granit lui-même, au niveau *C1* de Vaughan. Mais il a constaté, en outre, que la même faune s'élève *à peu près jusqu'au sommet* de la dolomie qui, dans ces régions, recouvre la dolomie crinoïdique, à laquelle elle passe par alternance; et que, par conséquent, comme nous le supposions depuis longtemps par analogie avec les facies calcaires, le Tournaisien y monte notablement plus haut que ne l'indique la Carte géologique. Nous verrons bientôt que la limite entre le Tournaisien et le Viséen a pu être ainsi déterminée d'une façon très approximative dans le bassin de Namur, malgré l'absence du facies *marbre noir* qui caractérise lithologiquement la base du Viséen dans la portion centrale du bassin de Dinant.

T2c. — *Calcaire de Vaulx et calcaire de Paire.* — C'est également à la sous-zone *C1* que se rattache la faune du *Calcaire de Vaulx* (3) qui, dans le Sud du Tournaisis, repose sur les calcaires crinoïdiques à gros bancs, considérés par MM. Lohest et Velge et par nous-même comme y représentant le Petit-granit (4). Les calcaires à facies analogues et con-

---

ment un de ces bancs à facies assez semblable au Petit-granit, que nous avions signalés nous-même au sein du Calcaire de Vaulx. Cette hypothèse entraînait celle de la suppression du Petit-granit par une faille longitudinale, dans cette partie de la feuille : elle n'avait rien d'invraisemblable en soi. C'est l'hypothèse à laquelle nous avons été contraint de nous arrêter pour la feuille Blicquy-Ath au 40 000e. Mais les observations de M. Delépine sur la feuille de Lens ont démontré que M. Velge s'était trompé, et que notre première interprétation était la vraie. Ajoutons que notre levé, déposé au Service de la Carte géologique, était inédit, et que M. Delépine n'en avait eu aucune connaissance. C'est donc d'une façon tout à fait indépendante qu'il est arrivé à la même conclusion que nous; il a eu, en outre, le mérite d'avoir *démontré* l'exactitude de ce qui, pour nous, n'avait été que l'hypothèse la plus plausible.

(1) [5], pp. 128-132.

(2) *Ibid.*, spécialement p. 145; [6], p. 187; [10], pp. 33-34; [11], p. 1165; [12], pp. 9-19.

(3) [10], pp. 25-27, 29-30, 31, 32, et 34; [11], p. 1165; [12], pp. 5-6.

(4) L'état actuel des carrières n'a pas permis à M. Delépine d'étudier ces dernières couches, là où elles occupent la lèvre Sud de la faille *Dondaine*. S'il l'avait fait, il n'aurait certainement pas écrit que la dénivellation de cette faille n'est guère supé-

tenant des cherts, à certains niveaux, qui recouvrent, sur une épaisseur notable, le Petit-granit exploité dans le Hainaut, contiennent la même faune (1). Nous avons exposé ailleurs comment le Conseil de direction de la Carte géologique a imposé aux collaborateurs de noter et de teinter ces couches comme viséennes, bien que le caractère tournaisien de leur faune, connu depuis toujours, ait été confirmé par les observations faites pour le levé de la Carte géologique. Dans le Tournaisis, le facies, fort semblable au Marbre noir, des couches supérieures à celles des carrières de Vaulx (Marbre de Calonne), nous avait fait croire jadis, en l'absence de fossiles, que ces couches pourraient bien être viséennes. Cette hypothèse n'a pas été confirmée par M. Delépine (2), qui a trouvé au-dessus du marbre de Calonne des calcaires noirs argileux légèrement crinoïdiques et plus fossilifères (Calcaire de Bruyelle), dont la faune appartient encore à la zone *C1*. Il semble donc bien probable aujourd'hui que le Calcaire carbonifère du Tournaisis est exclusivement tournaisien.

La faune des calcaires noirs à cherts noirs (Calcaire de Paire) qui, dans l'Est du Condroz, reposent sur le Petit-granit, est également celle de la zone *C1* de Vaughan (3), et, comme les calcaires ou dolomies noirs sans cherts qui les surmontent, ou tout au moins les couches à crinoïdes qui leur sont intercalées, contiennent la *Chonetes papilionacea* dont l'apparition caractérise le niveau *C2*, la limite que nous avions assignée, dans cette région, aux deux étages de notre Dinantien est ainsi confirmée, du moins au point de vue paléontologique.

Reste à savoir si les observations de M. Delépine confirment aussi les dernières vues auxquelles nous étions arrivé sur le passage latéral du calcaire violacé de la région dinantaise au calcaire noir à cherts de l'Est du Condroz.

Rappelons, pour cela, en détail, les observations qu'il a faites au Nord de Denée (4).

Au Sud d'affleurements bien caractérisés de Schistes à *octoplicatus*, puis de Calcaire de Landelies et de Calschiste de Maredsous, et à peu

---

rieure à 15 mètres; il n'aurait pu supposer non plus que les couches qui, à Pontarieux, se trouvent immédiatement sous le Calcaire de Vaulx, sont les mêmes que celles qui occupent le sommet des carrières d'Allain, au Nord de la faille.

(1) [12], pp. 7-8; [14], p. 100.

(2) [10], pp. 26-27, 29-30, 31, 32 et 34; [12], pp. 5-6.

(3) [10], p. 34; [11], p. 1166; [14], pp. 102, 103 et 105.

(4) [9]; cf. [11], p. 1166.

de distance de ce dernier, se trouvent les carrières ouvertes pour l'exploitation du calcaire à crinoïdes connu sous le nom de « petit-granit de Denée ».

On observe, dans ces carrières, des couches fortement inclinées vers le Sud, qui se succèdent dans l'ordre suivant, du Nord au Sud :

1° A la base, quelques bancs de calcaire noir semé de débris d'encrines (facies Calcaire d'Yvoir, **T2a**) : faune *Z2*.

2° Calcaire à encrines en bancs massifs (facies waulsortien, **T2ap**), exploité : faune *Z2* ; 12 à 15 mètres.

3° Calcaire noir subgrenu, avec très peu d'encrines, sauf le long de quelques bancs minces, très fossilifère : faune *C1* ; 4 mètres.

4° Calcaire noir plus compact, à cherts : faune *C1* ; 2 à 3 mètres.

5° Calcaire violacé typique, à cherts blonds, au bord Sud de certaines carrières.

Les carrières de Marbre noir de Dinant ne s'ouvrent qu'à 80 à 100 mètres plus au Sud.

M. Delépine attire l'attention sur la grande analogie de la faune des couches 3° et 4° avec la faune de Paire. Il est néanmoins évident qu'elles n'occupent pas le même niveau, puisqu'elles sont à la base de la zone *C1*, dont le Calcaire de Paire occupe le niveau supérieur. La base du calcaire violacé se trouve à 6 ou 7 mètres au-dessus de la limite inférieure de la zone *C1* à laquelle appartient déjà le Petit-granit du Condroz ; il paraît clair, d'après cela, que le Calcaire violacé occupe le niveau, non seulement du Calcaire de Paire, mais encore d'une bonne partie au moins du Petit-granit de l'Est du Condroz. Nous sommes ainsi ramené par l'argument paléontologique à la conclusion que nous avons admise jadis pour des raisons stratigraphiques, mais dont nous nous étions mis à douter nous-même, en présence de l'opposition qu'elle avait rencontrée.

Nous examinerons plus loin, à propos du Marbre noir de Dinant, jusqu'à quel point il est possible d'établir si la limite entre le Calcaire de Leffe et le Marbre noir correspond à la limite entre les horizons *C1* et *C2* de Vaughan.

M. Delépine n'a pas constaté de différence essentielle entre la faune des divers niveaux de Petit-granit (**T2b**), ni entre la faune du Petit-granit et celle du Calcaire de Vaulx (**T2c**). Par contre, M. Gröber [1] croit avoir trouvé moyen de caractériser paléontologiquement différents niveaux dans ce complexe, par l'évolution de certains polypiers. Mais, comme nos confrères s'en rendront compte facilement, lorsqu'aura

---

[1] *Loc. cit.*

paru le mémoire que M. l'abbé Salée a déposé à cette séance [1], M. Gröber fait tout à fait fausse route dans l'étude de ces polypiers. Résumons en quelques mots les erreurs principales qu'il commet à leur sujet.

1° M. Gröber sépare indûment les formes qu'il décrit sous les noms de *Caninia cylindrica* mut. *S1*, *Canino-cyathophyllum* mut. *C4*, *Canino-cyathophyllum* mut. *C2*, *Cyathophyllum* aff. φ des Écaussines, qui sont en réalité identiques et appartiennent à la forme typique du *Caninia patula*. L'autre *Cyathophyllum* aff. φ de M. Gröber, représenté planche II, figure 7, est la *Caninia patula* var. *densa* de M. Salée, forme qui est peut-être identique au *Cyathophyllum* θ de M. Vaughan [2].

Une réserve semble s'imposer, il est vrai, pour *Canino-cyathophyllum* mut. *C4*, parce que l'auteur ne le figure pas. D'après les polypiers qui se trouvent dans les couches à chert du sommet de la carrière Delwarte, à Pontarieux, nous pensons que les échantillons que M. Gröber a trouvés *en place* et qu'il considère comme des *jeunes* de *Canino-cyathophyllum* mut. *C4* doivent être des *Caninia cornucopiae*, espèce dont M. Gröber paraît ignorer l'existence, malgré la grande importance stratigraphique qu'elle a acquise depuis 1908. Quant aux grands polypiers, il y a dans ce gisement beaucoup de *Caninia cylindrica;* mais on peut trouver aussi, au même niveau, *C. patula*. La description de la forme adulte du *Canino-cyathophyllum C4* de M. Gröber semble bien répondre aux caractères de *Caninia patula* adulte. Il est nécessaire cependant d'ajouter que la description de l'évolution ontogénique que donne ici M. Gröber offre certaines divergences avec celle que M. Salée a reconnue pour *Caninia patula* et qu'il avait montrée, sous mes yeux, à M. Gröber, lors de sa visite à Louvain en novembre 1909. *Caninia patula*, en effet, ne présente, à aucune phase de son développement, la large zone extérieure à grandes vésicules qui caractérise *Caninia cylindrica*. Par contre, *Caninia cylindrica*, même très âgée, ne montre aucune tendance à se rapprocher de *Caninia patula*. On peut donc se demander si M. Gröber n'a pas attribué à la même espèce des coupes provenant d'espèces différentes. Mais en l'absence de toute figure, il est plus prudent de réserver son jugement.

2° M. Gröber a tort de désigner sous le nom de *Canino-cyathophyllum S1* Sibly, des formes qui appartiennent manifestement au type *Caninia patula*, alors que la forme décrite sous ce nom par Sibly se rapporte au type *Caninia cylindrica*.

3° La forme que M. Gröber décrit et figure comme la mutation γ de la *Caninia cylindrica* ne diffère en rien de la *Caninia cylindrica* typique que l'on rencontre à des niveaux très variés.

Si l'on veut bien examiner, d'après ce que nous venons de dire, les gisements que M. Gröber assigne aux divers polypiers qu'il décrit, on reconnaîtra facilement que les conclusions qu'il cherche à tirer de l'ordre de superposition de ces polypiers ne sont pas fondées.

Il ne faudrait pas s'imaginer non plus que les couches du sommet de la carrière Delwarte, à Pontarieux, constituent le niveau le plus élevé des calcaires du Tournaisis. Si M. Gröber avait eu le loisir de faire une étude attentive de ces calcaires, il aurait reconnu sans doute, comme l'ont fait tous les bons observateurs et comme

---

[1] Ach. Salée, Contribution à l'étude des polypiers du Calcaire carbonifère de la Belgique. — I. Le genre *Caninia*. [*Mémoires* in-4° de la Société belge de Géologie, 1910 (sous presse).]

[2] Arthur Vaughan, *The palaeontological Sequence, etc., loc. cit.*, p. 274, pl. XXIII, fig. 2.

vient encore de le répéter M. Delépine, que ces couches se trouvent *à la base* de l'épaisse série des calcaires de Vaulx, caractérisée par la même faune, et couronnée elle-même par le calcaire beaucoup moins fossilifère que nous avons nommé Marbre de Calonne, au-dessus duquel se placent encore les couches à faune tournaisienne de Bruyelle.

M. Gröber commet une erreur plus grave encore, lorsqu'il place la faune de Paire au sommet de la zone à *Syringothyris* (1) et les couches les plus élevées de la carrière Delwarte, à Pontarieux, près du sommet de cette zone (2). Vaughan divise sa zone à *Syringothyris* ou à *Caninia* en deux sous-zones, *C1* et *C2*. Or, la faune du Calcaire fossilifère de Paire est la faune du niveau *C1*, et les couches du sommet de la carrière Delwarte occupent la base d'une série de couches qui a, au bas mot, 50 à 60 mètres de puissance et qui contient encore la faune *C1* à son sommet.

Il n'en est pas moins vrai que le calcaire de Paire et le calcaire de Vaulx (si l'on comprend sous ce nom l'ensemble des couches de Vaulx, de Calonne et de Bruyelle) occupent le niveau le plus élevé du Tournaisien, *tel que Vaughan le limite aujourd'hui* en Angleterre. Vaughan place, en effet, dans ses derniers travaux, entre *C1* et *C2*, la limite séparative entre l'étage inférieur et l'étage supérieur du Calcaire carbonifère en Angleterre. A cette limite correspond, du moins sensiblement, celle que nous avons admise nous-même en Belgique, comme nous le verrons bientôt. Il en serait autrement si l'on maintenait la limite au-dessus de *C2*, comme le faisait Vaughan en 1904.

Étage viséen.

V1a. — En 1901, lors de l'excursion de la Société belge de Géologie dans la vallée de Falisolle, nous émettions l'avis (3) que la dolomie lamellaire à crinoïdes et à *Chonetes papilionacea* (4), affleurant sous la

---

(1) *Loc. cit.*, p. 37.

(2) *Loc. cit.*, p. 35.

(3) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XIV, Mém., p. 133.

(4) Il s'agit du *Chonetes papilionacea*, tel que l'a décrit De Koninck en 1843 (*Description des animaux fossiles du terrain carbonifère de Belgique*, p. 212, pl. XIII, fig. 5, *a*, *b*, pl. XIIIbis, fig. 1, *a*, *b*) et en 1847 (*Monographie des genres* Productus *et* Chonetes, p. 187, pl. XIX, fig. 2, *a*, *b*, *c*, *d*), et que De Koninck (*locc. citt.*) comme Davidson (*British fossil Brachiopoda*, Part V, p. 182, pl. XLVI, figg. 3-6) croient bien identique à la *Spirifera papilionacea* de Phillips (*Geology of Yorksh.*, vol. II, p. 221, pl. XI, fig. 6). — Cette forme, très commune dans certaines couches appartenant aux différents niveaux du Viséen, n'a jamais été signalée, du moins avec certitude, dans les couches à faune tournaisienne bien caractérisée; par contre, elle apparaît, subitement et en grand nombre, très peu au-dessus des derniers bancs à faune tournaisienne, dans le bassin de Namur et dans le Nord-Est du Condroz; elle se rencontre aussi dans le Marbre noir de Denée, et nous ne sachions pas qu'on l'ait signalée à un niveau plus

belle série oolithique qui se voit au Sud du Ry-de-Sèche-Ry, n'était pas bien éloignée de la base du Viséen, et qu'il pourrait même se faire qu'elle en constituât la base. Nous attirions, à ce propos, l'attention sur l'analogie que présente un calcaire à crinoïdes et à *Chonetes papilionacea* que nous avions observé, à peu de distance, sur le prolongement de ces couches de dolomie, avec le calcaire à crinoïdes et à *Chonetes papilionacea* de l'Est du Condroz, que nous considérions déjà à cette époque comme probablement très voisin de la base du Viséen. Il semblait résulter de ces faits que le facies oolithique, dit Calcaire de Neffe, peut descendre jusque près de la limite inférieure de l'étage viséen.

Nous avons observé, tant au Sud du bassin de Dinant que dans le bassin de Namur, plusieurs faits de ce genre, que nous avons résumés brièvement dans notre *Description succincte des assises du Calcaire carbonifère de la Belgique,* en disant que le facies « Calcaire de Neffe » peut descendre beaucoup plus bas que son niveau normal, et qu'on peut même le rencontrer tout à la base de l'assise de Dinant.

Mais il était réservé à M. Delépine de montrer que ce que nous avions considéré comme plus ou moins accidentel est de règle dans une grande partie du bassin de Namur, et de donner, en même temps, les caractères paléontologiques qui permettent de distinguer le calcaire oolithique inférieur de l'assise de Dinant du véritable *Calcaire de Neffe.* M. Delépine [1] a reconnu, en effet, la présence constante, sur un grand espace, et très peu au-dessus des derniers gisements de la faune tournaisienne *C1,* d'une bande épaisse de calcaire oolithique, identique, comme facies lithologique, au Calcaire de Neffe, bien qu'il soit plus souvent dolomitisé. Ces couches peuvent alterner avec des couches crinoïdiques qui dominent généralement à leur base. Ce complexe est caractérisé paléontologiquement par : *Productus sublaevis*, *Michelinia megastoma, Syringopora favositoïdes*, *Cyathophyllum* φ, les derniers *Syringothyris laminosa* et les premiers *Chonetes papilionacea.* Il contient encore *Caninia cornucopiae*, qui est cependant en forte décrois-

---

bas dans la région dinantaise. Vaughan désigne sous le nom de *Chonetes* aff. *papilionacea* une forme qu'il rencontre dans le Tournaisien d'Angleterre, et qui diffère du *Chonetes papilionacea* type par une convexité plus grande de la grande valve et par une forme allongée et un plus grand espacement des ponctuations à l'intérieur de la coquille : nous ignorons si cette forme se rencontre en Belgique.

[1] [6], p. 187; [8], pp. 431-433; [11], pp. 1165-1166; [12], pp. 10-11, 12, 14, 15, 17 et 19-20; [14], pp. 100-101.

sance, et *Caninia cylindrica*. C'est la faune *C2* de Vaughan, qui succède immédiatement à la faune *C1*. Ainsi était établie la limite, vainement cherchée jusqu'ici dans le bassin de Namur, du Tournaisien et du Viséen.

Il n'est pas douteux que ce niveau corresponde au niveau où, dans l'Est du Condroz, on voit apparaître *Chonetes papilionacea*, au-dessus des couches de calcaire noir à cherts et à faune *C1* de Paire. Comme on le sait, ces *Chonetes papilionacea* se voient surtout dans les calcaires ou les dolomies crinoïdiques qui alternent, à ce niveau, avec des calcaires noirs sans cherts ou de la dolomie grenue. M. Delépine (1) a constaté que, sur le Hoyoux, à Modave comme aux Avins, ces couches sont surmontées d'une oolithe à *Productus sublaevis;* aux Avins, il a observé, en outre, dans ces couches oolithiques, *Chonetes papilionacea*, *Cyathophyllum* φ, *Michelinia megastoma*. C'est bien la faune *C2* du bassin de Namur. Ces couches oolithiques ont été notées *V1g* par M. Éd. Dupont (2). M. Dupont a d'ailleurs trouvé le *Productus sublaevis* dans divers affleurements des bandes Nord du Condroz, qu'il rapporte tous à son niveau *V1g*, où ce fossile est, d'après lui, localisé (3). Il résulte de là qu'une partie des affleurements *V1g* de M. Dupont, dans le Nord-Est du Condroz, doivent être réunis avec ses couches *V1c* et *V1d* et avec une partie de ses affleurements *V1e*, pour constituer un complexe correspondant à la zone *C2* de Vaughan.

Nous pensons qu'on constatera des faits de ce genre dans d'autres parties de notre Carbonifère, notamment dans la région située à l'Ouest d'Hastière, où le Calcaire oolithique à facies lithologique de Neffe peut se rencontrer très bas dans l'assise de Dinant.

Mais là où le véritable Marbre noir de Dinant est bien représenté, ces facies font défaut à la base de l'assise. Il nous reste à examiner si le *Marbre noir de Dinant*, terme inférieur du Viséen de la classification belge, correspond également à la base du Viséen anglais, tel que Vaughan l'entend aujourd'hui, c'est-à-dire à la zone *C2*.

La faune du Marbre noir de Dinant est certainement viséenne, et c'est à ce niveau que se rencontrent, dans la région dinantaise, les gisements les plus inférieurs de *Chonetes papilionacea*. D'autre part, comme nous le dirons bientôt, M. Delépine a trouvé, au-dessus du

---

(1) [3], p. 88; [8], p. 431; [11], p. 1166; [14], pp. 101 seq.

(2) *Carte géologique de la Belgique au 20 000e : Planchette de Modave; Explication de la planchette de Modave*, pp. 12-14 et 16.

(3) *Ibid.*, pp. 30-31.

Marbre noir, un niveau fossilifère appartenant à la zone *S1* de Vaughan, zone qui, en Angleterre, est généralement peu épaisse et qu'il n'est pas toujours facile de séparer de la zone *C2*. Le Marbre noir ne peut donc être rangé que dans *C2* ou à la base de *S1*, et plus probablement dans *C2*, d'après les données recueillies dans la tranchée de Sovet. M. Delépine a trouvé, en effet, dans cette tranchée (1), à la partie supérieure d'une série de couches rapportées par G. Soreil au Marbre noir de Dinant : *Caninia cylindrica*, *Caninia cornucopiae*, un *Cyathophyllum*, d'abondants *Chonetes comoïdes* et un *Spirifer* voisin du *bisulcatus*, que M. Vaughan a reconnu identique à une forme qui se rencontre à Stackpole et à Weston-sur-Mare, associée aux mêmes espèces, dans la zone *C2* à *Cyathophyllum* φ. Mais il est impossible, pour le moment, de dire si la base du Marbre noir correspond à la base de *C2*, en d'autres termes, si la limite entre le Calcaire violacé et le Marbre noir de la région dinantaise correspond *rigoureusement* à la limite entre le calcaire à cherts et à faune de Paire et les couches à *Chonetes papilionacea* de l'Est du Condroz. Toutefois, les données paléontologiques nouvelles tendent à confirmer les conclusions auxquelles nous avait amené l'étude stratigraphique, pour montrer, tout au moins, qu'il n'est pas loin d'en être ainsi. Nous avons vu, en effet, que M. Delépine a reconnu, au Nord de Denée, la limite entre les zones *Z2* et *C1* de Vaughan, et que la base du Calcaire violacé s'y trouve à 7 mètres seulement au-dessus de cette limite. Or, partout où elle est fossilifère, on peut constater que la zone *C1* occupe en Belgique une épaisseur considérable. Il est donc extrêmement probable que *tout au moins la plus grande partie* du Calcaire violacé appartient au niveau *C1*. On sait que les fossiles déterminables sont rares dans le Calcaire violacé. La solution de la question doit donc être cherchée surtout dans l'étude de la faune des gisements les plus élevés du Waulsortien contemporain du Calcaire violacé (2). Les documents qui ont été réunis à grands frais au Musée royal d'Histoire naturelle donneront

---

(1) [16], pp. 219-222.

(2) Nous disons les gisements les plus élevés du Waulsortien *contemporains du Calcaire violacé*. Comme nous l'avons dit dans notre *Description succincte*, il est probable, en effet, que le « récif de Sosoye » noté *V1m* par Soreil (*Carte géologique de la Belgique au 40 000e : Feuille Bioul-Yvoir*), ainsi que les roches notées *V1o* et *V1p* qui l'accompagnent, reposent sur le Marbre noir de Dinant : ce qui expliquerait les affinités franchement viséennes de la faune que Dom Grégoire Fournier a recueillie dans ce « récif » (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXIII, Bull., pp. XLIV-XLVI), affinités qu'il avait eu soin de faire ressortir déjà en 1892 (*Ibid.*, t. XIX, Bull., pp. 77 seq.).

sans doute la clef du problème, lorsqu'ils seront devenus accessibles aux géologues belges qui, s'étant occupés de la stratigraphie du Waulsortien, peuvent apprécier le niveau relatif des divers gisements qui ont fourni ces fossiles.

V1b. — Là où le Marbre noir de Dinant présente son facies typique, il passe vers le haut à un calcaire moins fin, alternant le plus souvent avec la dolomie qui finit généralement par prédominer. Ces couches, qui séparent le Marbre noir du Calcaire de Neffe, contiennent presque toujours des cherts, du moins à certains niveaux.

La même série calcaréo-dolomitique se rencontre à peu près partout sous le Calcaire de Neffe. Les régions où la dolomie fait défaut à ce niveau sont rares. Dans la région du bassin de Namur où le terme **V1a** est représenté, au moins en partie, par un facies oolithique, calcareux ou dolomitisé, mais très semblable au point de vue lithologique au Calcaire de Neffe, ces deux oolithes sont séparées également par un niveau généralement calcaréo-dolomitique à dolomie dominante, avec bancs oolithiques à différents niveaux, et contenant généralement des cherts.

Ce terme très constant, bien que l'extension variable de la dolomitisation des roches oolithiques ne permette pas toujours de déterminer nettement ses limites, demande à être désigné par un nom. Nous avions conservé le nom de *Dolomie de Namur*, créé par M. Gosselet, tout en restreignant beaucoup l'extension *matérielle* que lui avait donnée primitivement l'illustre professeur de Lille. M. Delépine nous fait remarquer que ce nom présente aujourd'hui un grave inconvénient, la dolomie ordinairement exploitée aux environs de Namur étant le niveau tournaisien, plutôt que le niveau viséen de la *grande dolomie*. Peut-être, en effet, cet inconvénient l'emporte-t-il sur celui de créer un nom nouveau. Nous remplacerons donc, dans ce travail, le terme *Dolomie de Namur* par le terme *Dolomie et calcaire de Sovet*, ce niveau étant fossilifère dans la tranchée de Sovet du chemin de fer du Bocq. Nous ne proposons cependant ce nom qu'*à titre provisoire;* il est possible, en effet, que les nouvelles recherches qui ne manqueront pas de se produire, amèneront la découverte d'un meilleur type, au point de vue paléontologique, comme au point de vue lithologique.

M. Delépine [1] a constaté, en différents points, que la faune *S2*, à

---

[1] [5], pp. 145-147; [6], pp. 187, 188-189; [8], p. 430; [11], p. 1165; [12], pp. 10 et 11.

Seminula ficoïdes, *Chonetes papilionacea*, *Productus corrugato-hemisphericus*, *Lithostrotion Martini*, *Carcinophyllum* sp., *Syringopora distans*, qui se rencontre dans les niveaux suivants (*Calcaire de Neffe et Couches inférieures d'Anhée*), descend dans la partie supérieure de notre terme **V1b**. Entre Marche-les-Dames et Namèche, elle descend jusqu'à 30 mètres environ sous le Calcaire de Neffe, qui, à vrai dire, est très peu développé et presque complètement remplacé par de la dolomie en cet endroit. Mais les niveaux situés plus bas ne lui avaient pas fourni, jusqu'en ces derniers temps, de fossiles caractéristiques. Dernièrement, il a été plus heureux. Deux gisements fossilifères [1] situés vers la partie moyenne de notre terme stratigraphique **V1b**, l'un dans la tranchée de Sovet, l'autre tout contre l'abbaye de Maredsous, contiennent des *Productus* de grande taille. Ceux de Sovet avaient été assimilés à tort au *Productus giganteus*. Ils ressemblent à ceux de Maredsous, mais n'ont pu être dégagés suffisamment pour pouvoir leur être identifiés avec une entière certitude. Ceux de Maredsous présentent tous les caractères de la forme désignée par Vaughan sous le nom de *Productus* θ, forme caractéristique de la zone *S1* en Angleterre. Il résulte de là que notre terme stratigraphique **V1b** se divise paléontologiquement en au moins deux horizons, l'un appartenant à la zone *S1*, l'autre constituant la base du terme *S2*.

V1c. — Comme nous l'avons rappelé plus haut et comme nous l'avions dit depuis longtemps, le facies lithologique de Neffe peut se rencontrer à divers niveaux de l'assise de Dinant, et même jusqu'à la base de cette assise ; et la chose peut se présenter dans des conditions telles, que l'application de la légende de la Carte géologique officielle, qui prend ce terme comme base du Viséen supérieur, doit amener facilement un observateur à faire descendre parfois le Viséen supérieur jusqu'à la base du Viséen inférieur.

Les études paléontologiques de M. Delépine ont pleinement confirmé nos prévisions pour le bassin de Namur : chose curieuse, celui de nos confrères qui était avec nous le plus convaincu des inconvénients de la limite adoptée par le Conseil de direction et qui, partant, a cherché à se prémunir contre ce danger, a cependant été entraîné lui-même à ranger parfois *tout le Viséen*, y compris les couches oolithiques à faune *C2*, dans le Viséen supérieur. Nous ne doutons pas que

---

[1] [16].

l'étude de la faune de certaines roches à facies de Neffe du bassin de Dinant, qui s'observent très près de la limite supérieure du Waulsortien, n'amène à y reconnaître également la faune de la base du Viséen ; et il nous paraît bien probable que les lentilles de calcaire à facies de Neffe, que l'on rencontre à des niveaux moyens, fourniront une faune intermédiaire entre la faune du Calcaire de Neffe proprement dit et la faune du Calcaire oolithique à *Productus sublaevis*. Mais la présence du facies de Neffe à ces niveaux inférieurs, bien qu'elle puisse s'étendre à des espaces assez considérables, est cependant très loin d'être constante. Il est, au contraire, un niveau où, à notre connaissance, ce facies ne fait guère défaut. C'est ce que nous avons nommé le *niveau normal* du *Calcaire de Neffe*. Ce niveau lithologique termine l'assise de Dinant ou viséenne inférieure, *telle que nous l'entendons*. Il forme aussi un niveau paléontologique constant, dans ce sens que sa faune est partout la même et qu'il commence un peu au-dessus de la zone *S2* à laquelle il appartient (1). Les principaux fossiles sont, d'après M. Delépine : *Productus Cora*, *Productus corrugato-hemisphericus*, *Chonetes papilionacea*, *Seminula ficoïdes*, *Carcinophyllum* θ, *Lithostrothion Martini*, *Syringopora ramulosa*.

Le calcaire de Neffe du bassin de Dinant contient les mêmes fossiles que celui du bassin de Namur.

V2a. — Comme nous l'avons dit depuis longtemps et comme nous l'avons répété encore l'an dernier, la division du Viséen en deux assises, telle que nous l'entendons, n'est pas une division paléontologique. Si nous avons choisi, pour séparer les deux assises, la limite entre le Calcaire de Neffe et les couches bien stratifiées d'Anhée, c'est parce qu'il nous a paru que le changement dans la nature des roches correspond ici à un *niveau stratigraphique constant*. Nous croyons pouvoir dire que les études de M. Delépine tendent à confirmer cette conclusion. La faune des *Couches inférieures d'Anhée* appartient à la faune *S2* (2) comme celle du niveau normal du Calcaire de Neffe. Si nous ajoutons que la distance stratigraphique qui sépare la base de notre assise d'Anhée de la Grande brèche paraît assez constante, et que l'on constate un changement notable de la faune un peu au-

---

(1) [5] pp. 145-147, 149-150; [6], pp. 188-189; [11], pp. 1165, 1166; [12], pp. 10, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 22.

(2) [5], pp. 147, 150; [6], pp. 188-189; [11], p. 1165; [12], pp. 9, 10-11, 13, 14, 16, 17, 19, 22.

dessous de la base de la Grande brèche, on arrivera à la conclusion que la limite adoptée par nous entre le Viséen inférieur et le Viséen supérieur, tout en se trouvant au milieu de la zone *S2* de Vaughan, semble bien se trouver partout au même niveau stratigraphique. M. Delépine pense, comme nous, que, lorsque la puissance du Calcaire de Neffe s'atténue, comme cela se constate, par exemple, à Namèche, ce sont ses couches inférieures qui passent au facies de Sovet, et non ses couches supérieures au facies d'Anhée. Il en résulte que la distinction entre les différents niveaux de calcaire oolithique, au moyen des caractères paléontologiques, ne suffirait pas pour qu'on puisse prendre *même le véritable Calcaire de Neffe* (à l'exclusion des autres calcaires de même facies lithologique) comme terme inférieur d'une assise.

Une limite paléontologique importante se rencontre vers le sommet des couches inférieures d'Anhée, très peu en dessous de la Grande brèche. M. Delépine (1) a constaté, en effet, en Belgique, comme M. Carpentier dans le Hainaut français, que les couches immédiatement inférieures à la Grande brèche contiennent déjà *Lithostrotion irregulare* au lieu de *Lithostrotion Martini* et constituent, par conséquent, la base de la zone à *Dibunophyllum* de Vaughan.

V2b. — La *Grande brèche* (2) est, comme on le sait, l'une des formations les plus constantes de notre Calcaire carbonifère : on la retrouve dans tout le bassin de Dinant. Pour le bassin de Namur, elle paraît ne faire défaut que dans la région orientale, où elle est remplacée par du calcaire oolithique (3) et grenu, et parfois coralligène. Mais, tout en constituant un excellent repère stratigraphique, cette formation, non plus, ne peut être considérée comme limitant rigou-

---

(1) [8], p. 429.

(2) M. Delépine ([12], p. 15, en note, et [15]) croit que la brèche à pâte rouge, exploitée comme marbre, n'a pas la même origine que la brèche à pâte grise : cette dernière seule serait une formation interstratifiée aux couches carbonifères ; la première serait de formation postérieure : elle se trouverait dans de larges fentes du Calcaire carbonifère. Nous attendrons l'apparition du mémoire consacré *ex professo* à la démonstration de cette thèse ([15]) avant de nous prononcer. Nous tenons cependant à faire, dès maintenant, nos réserves à ce sujet. Nous ne prétendons pas que certaines brèches rouges ne puissent avoir, même chez nous, pareille origine ; mais la généralisation de cette thèse nous semblerait peu conciliable avec l'ensemble des faits connus.

(3) [11], p. 1166 ; [12], pp. 13 et 17-18.

reusement une assise paléontologique, puisque le *Lithostrotion irregulare*, espèce caractéristique de la zone à *Dibunophyllum*, a déjà remplacé, dans les couches immédiatement inférieures à la grande brèche, le *Lithostrotion Martini* de la zone dite à *Seminula* (1).

Ce fait aurait peu d'importance s'il s'agissait d'établir des divisions pour une carte géologique : l'erreur qui proviendrait des quelques couches inférieures à la Grande brèche, appartenant déjà à la zone à *Dibunophyllum*, ne serait généralement pas appréciable sur une carte à l'échelle du 40 000e, ou même du 20 000e. Mais, au point de vue théorique, elle est de la plus haute importance, parce qu'elle ajoute un nouvel élément d'improbabilité à toute théorie qui, pour expliquer l'origine de la Grande brèche, aurait recours à l'hypothèse d'une émersion un peu longue de la région, suivie d'une immersion.

Un autre fait découvert par M. Delépine (2) en Belgique, et dans le Hainaut français par M. Carpentier, est plus important encore au même point de vue. C'est la présence, au sein de la grande brèche, d'une faunule de brachiopodes : *Productus* cf. *undiferus*, *Dielasma*, *Seminula*. Ces brachiopodes de petite taille sont bien clairement *dans la pâte de la brèche*, comme un examen consciencieux nous a permis de nous en assurer ; et leur mode de conservation, joint à la délicatesse de leur test, montrent clairement qu'ils n'ont pu être charriés au milieu des blocaux qui les entourent. Ils ont évidemment vécu en place dans les interstices des blocaux, en attendant d'être enfouis par les produits détritiques moins grossiers qui forment la pâte, et d'être ensuite recouverts par d'autres blocaux. Leur condition de vie devait être fort analogue à celle que l'on voit souvent réalisée sur les plages couvertes de débris rocheux. Là où M. Delépine nous les a fait voir, ils paraissaient limités à un horizon assez restreint ; mais, depuis lors, M. Delépine (3) a observé des coupes où la Grande brèche est pétrie de ces organismes sur toute son épaisseur. Il est évident que ces observations sont incompatibles, non seulement avec l'origine dynamique de la Grande brèche, mais aussi avec son origine continentale. Elles excluent aussi l'hypothèse proposée récemment par M. Stainier (4),

---

(1) [8], p. 429.

(2) [3], pp. 88-89 ; [5], pp. 143-144, 148 (*m* de la coupe, p. 146) et 149 ; [8], pp. 428-429 ; [12], pp. 11, 14-15.

(3) Communication verbale.

(4) X. Stainier, Du mode de formation de la grande brèche du Carbonifère. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV, Proc.-verb., pp. 188-196.)

d'après laquelle, à la suite d'une émersion qui aurait transformé la région précédemment occupée par la mer carbonifère en une région désertique et déterminé ainsi la formation de grands amas de produits détritiques, « le domaine continental carbonifère se serait de nouveau immergé et, dans une phase d'envahissement courte et rapide, la mer aurait balayé devant elle et accumulé dans les synclinaux les éléments meubles qu'elle aurait trouvés à la surface du territoire envahi (1) ». Les faits découverts par M. Delépine ne sont pas conciliables avec pareille origine *catastrophique* de la Grande brèche : ils supposent, au contraire, que la Grande brèche s'est formée par l'accumulation de dépôts successifs pendant une longue phase de temps, au cours de laquelle les conditions *habituelles* étaient suffisamment normales pour permettre à des animaux délicats de vivre et de prospérer au milieu des éléments grossiers précédemment accumulés. Ajoutons, d'ailleurs, qu'à notre avis, les relations stratigraphiques de la grande brèche avec les couches sur lesquelles elle repose ne permettent pas de supposer l'interruption de la sédimentation marine par une phase continentale, et qu'en particulier, s'il arrive que la brèche passe latéralement à des roches à éléments plus fins, soit à sa base, soit à tout autre niveau, par contre elle ne présente rien de l'allure ravinante que suppose l'hypothèse de M. Stainier, si nous en saisissons bien la portée. M. Stainier ne semble-t-il pas, du reste, s'en rendre compte lui-même, lorsqu'il a la gracieuseté de reconnaître qu'un des avantages de la théorie que nous avons proposée est d'expliquer « la disparition des phénomènes de ravinement, de transgression et de discordance de stratification que ces émersions et immersions successives ont dû nécessairement produire et que l'on n'avait jamais observés (2) »? Or, notre explication (3) consiste dans l'hypothèse que les anticlinaux seuls ont été le siège de ces phénomènes, *ces anticlinaux seuls ayant été émergés au cours du Dinantien.* Si, au contraire, comme le veut M. Stainier, tout le fond de notre mer carbonifère a été émergé, il est difficile de supposer que les aires synclinales aient pu échapper à toute action érosive.

Nous reconnaissons d'ailleurs volontiers — nous avions eu soin déjà

---

(1) *Loc. cit.*, p 195.

(2) *Loc. cit.*, p. 189.

(3) H. de Dorlodot, Sur l'origine de la grande brèche viséenne et sa signification tectonique. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXII, Mém., pp. 29-38.)

d'insister nous-même sur ce point [1] — que la formation sédimentaire de la grande brèche a dû exiger des *conditions spéciales*. Mais il ne faut pas oublier que la brèche n'est pas localisée au niveau de la Grande brèche, qu'il existe, à d'autres niveaux du Viséen supérieur, des brèches qui ne diffèrent guère de la Grande brèche que par une extension géographique moins considérable et, ordinairement aussi, par une moindre épaisseur. Les conditions spéciales qui ont déterminé la formation de la Grande brèche ont donc existé à plusieurs reprises pendant le Viséen supérieur, mais d'une façon plus localisée et généralement moins persistante ou moins accentuée. Pour mieux dire, les conditions qui ont donné naissance à la Grande brèche ont existé, dans une certaine mesure, pendant toute la durée du Viséen supérieur; mais elles ont atteint leur maximum d'intensité et surtout de généralité à l'âge de la Grande brèche. Cette conclusion, qui n'est que la traduction immédiate des faits observés, ne se concilie guère avec la théorie proposée par M. Stainier.

Par contre, en attribuant ces *conditions spéciales* à la formation des îlots anticlinaux *au sein de notre mer carbonifère*, nous croyons avoir pleinement satisfait à ce desideratum imposé par l'exigence des faits. « Il est évident, disions-nous, que certains de ces anticlinaux avaient commencé à se former dès la base de l'assise d'Anhée, puisqu'on trouve parfois de la brèche très près de la base de cette assise; mais l'accentuation ultérieure du phénomène est prouvée par le développement énorme que prend la formation de la brèche au niveau moyen de l'assise et aussi par la présence de blocaux de brèche dans la grande brèche [2]. » M. Stainier fait remarquer très judicieusement [3] que s'il suffisait, pour former de la brèche, du choc des vagues sur des calcaires plus ou moins émergés, la formation de la brèche devrait être, de nos jours, un phénomène des plus communs. Mais nous nous permettrons de faire remarquer, à notre tour, que le *surgissement du sein même de la mer* d'un archipel serré d'îlots anticlinaux, rasés par les flots à mesure que le soulèvement s'accentuait, et l'*approfondissement*

---

(1) *Loc. cit.*, p. 33 : nous y posons en principe que « la nature détritique de beaucoup de calcaires de l'assise d'Anhée... est l'indice des conditions spéciales au milieu desquelles elle s'est formée, conditions qui ont atteint leur maximum d'intensité et de généralité à l'âge de la grande brèche ». Puis nous cherchons quels sont les caractères essentiels de ces conditions spéciales, et c'est après cela seulement que nous arrivons à définir concrètement quelles durent être ces conditions.

(2) *Loc. cit.*, p. 36.

(3) X. Stainier, *loc. cit.*, p. 189.

corrélatif des synclinaux où s'entassaient successivement leurs débris, constituaient des conditions *très spéciales* et très différentes de celles que réalisent nos hautes falaises actuelles, œuvre de mers en transgression. On pourrait même ajouter les observations que relate à ce propos M. Stainier, aux autres preuves que nous avons fait valoir, pour exclure l'hypothèse d'une régression suivie de transgression.

Reste le mode de formation des veines calcaires, si particulièrement abondantes dans les blocaux de la brèche, et le mécanisme du débitage de la roche en blocs et en blocaux.

Nous avons été heureux de voir confirmer notre impression au sujet de l'abondance de la calcite de filon dans les blocaux de la Grande brèche, par un observateur de la valeur de M. Stainier (1). Mais il nous semble que notre savant confrère n'a pas saisi complètement l'explication que nous avons donnée de ce fait : ce que nous devons attribuer, sans doute, à notre concision un peu excessive. Nous nous sommes, en effet, borné à dire que cette abondance de calcite filonienne peut s'expliquer facilement « par l'émersion, sous l'action de forces orogéniques, des roches qui ont fourni les matériaux de la grande brèche, alors qu'elles n'étaient recouvertes que par une faible épaisseur de sédiments plus récents (2) ». Expliquons donc mieux notre pensée. L'*action des forces orogéniques* qui a déterminé l'émersion a dû, comme tout autre phénomène de ploiement anticlinal de roches cohérentes, produire des fissures dans les roches; mais un même ploiement a plus de chance de former des fissures béantes dans les roches situées près de la surface, que dans celles qui subissent le poids d'épais dépôts superposés : les veines qui rempliront ces fissures seront donc, de ce chef et toutes choses égales d'ailleurs, plus nombreuses et plus larges. L'*émersion*, c'est-à-dire la sortie de dessous l'eau, de roches situées superficiellement ou sous une faible épaisseur de sédiments plus récents, a dû favoriser singulièrement le fendillement *par retrait* (3), et nous comprenons sous ce dernier terme, non seulement la première contraction des roches en voie de formation, mais tous les phénomènes subséquents qui peuvent provenir des alternances de chaleur et de froid, d'humidité et de sécheresse, etc. Au nombre de ces phénomènes de *retrait*, tels que nous les entendons, se trouvent donc ceux auxquels M. Stainier lui-même attribue le fendillement préliminaire à la forma-

(1) *Loc. cit.*, pp. 193-194.
(2) H. de Dorlodot, *loc. cit.*, p. 35, en note.
(3) Cf. *Loc. cit.*, p. 34.

tion des veines de calcite. Mais ce que nous ne pouvons absolument admettre, c'est que les veines de calcite qui lardent les blocaux ne se seraient pas formées *dans la roche en place avant qu'elle ne fût débitée en fragments*. Nous avons exposé, dans notre note *Sur l'origine de la grande brèche viséenne* (1), les raisons qui créent notre conviction sur ce point. Nous croyons inutile de les répéter ou de les développer : il faut se trouver en présence des faits pour comprendre à quel point leur langage est évident.

Quant au débitage de la roche en blocs et en blocaux, nous n'avons dit nulle part qu'il doive être attribué exclusivement à la force mécanique des vagues. Aucun géologue n'ignore que l'ablation des roches par abrasion marine est toujours facilitée par l'action préalable d'autres agents inorganiques ou organiques. Si les éléments de la Grande brèche proviennent de l'arasement d'îlots anticlinaux, il est certain que les agents d'altération subaériens ont contribué à cette action préalable, et plus aura été poussée loin l'œuvre de ces agents, plus sera facilitée l'explication de l'origine de la Grande brèche. Ce n'est pas un faible mérite du travail de M. Stainier, d'avoir attiré l'attention sur ce point plus qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. Mais le débitage des roches par des agents de ce genre se fait ailleurs que dans les déserts : l'imprégnation par l'eau, suivie d'une rapide dessiccation, peut produire des effets analogues, et même l'action solaire seule produit parfois sur les bords de la mer une action identique à celle qu'elle produit dans les déserts. Si donc la théorie désertique de M. Stainier nous paraît inadmissible parce qu'elle suppose l'émersion totale de la région, suivie d'une nouvelle transgression, nous admettons cependant que des « phénomènes continentaux » ont pu contribuer, pour une part, au débitage des blocaux de la Grande brèche, les îlots, formés par les soulèvements anticlinaux et sans cesse reformés par l'accentuation du phénomène de soulèvement, constituant des territoires émergés ou « continentaux » au sens géologique du mot.

Nous pensons donc qu'il n'y a pas lieu de modifier essentiellement notre théorie sur l'origine de la Grande brèche. Toutefois, les fossiles que M. Delépine y a découverts nous montrent que sa formation a été moins rapide que nous ne nous l'étions imaginé. La surrection lente et continue des anticlinaux au sein de la mer carbonifère, et leur arasement marchant de pair avec leur accentuation, devaient créer des

---

(1) *Loc. cit*, p. 34.

conditions habituellement assez calmes au fond et sur le flanc des synclinaux : ces conditions n'étaient interrompues, dans une certaine mesure, que de temps en temps et localement, par l'apport de nouveaux blocaux mêlés d'éléments plus fins, qui s'entassaient à mesure que les synclinaux s'approfondissaient, et qui ont fini, à la longue, par former la puissante masse de la Grande brèche, grâce à la continuation des mêmes phénomènes pendant un temps très long. Cette théorie, ainsi précisée, nous paraît aussi répondre pleinement à l'objection de M. Stainier : les *conditions très spéciales* qu'elle suppose différant totalement de celles des mers qui s'étendent au large de nos falaises calcaires actuelles.

Dans l'Est du bassin de Namur, à partir de la Méhaigne, aussi bien au Sud qu'au Nord du bassin, le niveau *D1* correspondant à la Grande brèche est remplacé par du calcaire massif oolithique et grenu (1), parfois riche en polypiers. M. Delépine nous y a montré *Carcinophyllum* et *Lithostrotion irregulare*. Il y a trouvé aussi *Productus giganteus* type et *Productus giganteus* var. *hemisphericus* (2).

---

(1) *Vide supra*, p. 275. — M. Stainier, qui pense, à tort selon nous, que ces calcaires sont d'origine purement détritique, croit trouver dans ce fait, en faveur de sa théorie, un argument dont nous ne parvenons pas à saisir la portée « Ces calcaires dit-il, proviendraient de l'entraînement au loin par les eaux des particules les plus ténues. Il y aurait eu, par le fait de l'envahissement du continent dans des conditions spéciales, par exemple par une mer s'avançant du Sud ou du Sud-Ouest, vers le Nord ou le Nord-Est, un entraînement au loin accompagné d'un véritable classement mécanique de tout ce que les flots auraient rencontré sur leur passage. Et ainsi s'expliquerait cette gradation remarquable que l'on constate, en bien des endroits, entre les différents types de roches que l'on observe à ce niveau dans le Carbonifère belge. »

Or, ces faits, qui s'expliquent si bien dans notre théorie, nous paraissent, au contraire, bien difficiles à concilier avec l'hypothèse de M. Stainier. D'après M. Stainier, en effet, la mer peu profonde du Carbonifère se serait desséchée complètement vers le milieu de l'époque de l'assise d'Anhée (p. 192). Cette région, réduite, par le fait, à l'état de désert pierreux, aurait été le siège d'énergiques phénomènes d'effritement de roches, qui auraient donné naissance à de puissants amas de fragments de toute forme et de toute dimension, englobés dans un magma calcaire à petits éléments. Toute la région se trouvant dans les mêmes conditions, a dû, nous semble-t-il, être le théâtre des mêmes phénomènes, et ce n'est pas le fait subséquent d'une invasion marine venant du Sud-Ouest, qui a pu empêcher la région Nord-Est d'avoir été jonchée, pendant la phase désertique, des mêmes produits de désagrégation. La grande brèche devrait donc s'y rencontrer, aussi bien que dans le reste de la région. — Faisons observer aussi que c'est vers le large, et non vers la côte, qu'une mer en transgression transporte les éléments les plus fins.

(2) [11], pp. 1165, 1166; [12], pp. 13 et 17-18.

Ce sont là, pensons-nous, les plus anciens *Productus giganteus incontestables* que l'on ait rencontrés dans le Carbonifère belge. M. Gosselet a signalé depuis longtemps, il est vrai, le *Productus giganteus* au sommet du calcaire de Bachant, dans le Hainaut français ; plus tard, on a cru reconnaître la même forme, en Belgique, soit dans le Marbre noir de Dinant, où elle semble exister dès la base, soit au niveau des Dolomie et calcaire de Sovet. Il est reconnu aujourd'hui que ce *Productus* n'est pas le véritable *Productus giganteus*. Il est même arrivé que l'on a confondu avec le *Productus giganteus* le *Chonetes comoïdes* de grande taille. Dans les niveaux intermédiaires, nous ne sachions pas que le *Productus giganteus* ait été signalé, sauf très anciennement, alors que l'on confondait avec le *Productus giganteus* le gros *Productus corrugatus*, ou *corrugato-hemisphericus* du Calcaire de Neffe. Il nous semble nous souvenir cependant qu'on a cité le *Productus giganteus* dans les bancs *immédiatement inférieurs* à la Grande brèche : il pourrait s'agir là du véritable *Productus giganteus*, puisque nous savons maintenant que ces bancs appartiennent déjà à la zone à *Dibunophyllum* de Vaughan, et que les études faites à l'étranger tendent de plus en plus à établir que le vrai *Productus giganteus* est une espèce propre à cette zone.

V2d — Les *couches d'Anhée supérieures à la grande brèche* étaient considérées par M. Dupont comme le niveau propre du *Productus giganteus*. Nous venons de voir qu'il était bien près d'avoir raison sur ce point. Néanmoins, ce n'est que par endroits que ce fossile est commun dans ces couches en Belgique. Il en est de même des polypiers, que l'on rencontre si abondamment dans les couches correspondantes en Angleterre.

Les observations paléontologiques de M. Delépine, si l'on excepte la région de Visé, n'ont guère porté que sur trois niveaux de ces couches. Dans la vallée de la Meuse, en aval de Namur, à 15 ou 20 mètres sous le sommet de l'assise, se voit un calcaire à gros bancs, très riche en crinoïdes, exploité comme « petit-granit » et qui présente, de fait, une grande analogie de facies avec la roche des Écaussines. M. Delépine (1) signale dans ce calcaire : *Spirifer striatus*, *Productus giganteus*, *Productus punctatus*, *Productus edelburgensis*, *Chonetes papilionacea*, *Orthis resupinata* de grande taille, *Lithostrotion*

(1) [5], p. 148; [8], p. 429; [11], p. 1165; [12], p. 11.

irregulare, *Campophyllum Derbiense*. L'abondance du *Spirifer striatus* mérite spécialement l'attention : l'analogie de cette forme avec le gros *Spirifer* du Petit-granit est si évidente, que certains auteurs n'hésitent pas à considérer cette dernière comme une simple variété de *Spirifer striatus;* il est remarquable de voir dans ce *facies* « *petit-granit* » du sommet du Viséen une forme représentative du *Spirifer par excellence du petit-granit tournaisien*, mais très nettement modifiée. Ce fait montre très clairement l'influence du facies, fonction du milieu, et l'influence de l'évolution, fonction du temps.

On sait que, très peu sous la base des phtanites houillers, se voient généralement quelques couches d'anthracite ou de schistes charbonneux; ces couches sont en relation avec les bancs qui sont exploités comme marbre bleu-belge, ce qui fait qu'elles sont assez fréquemment visibles dans des carrières en exploitation, ou dans des carrières abandonnées.

On y trouve souvent des fossiles. M. Delépine (1) a exploré la carrière abandonnée qui est ouverte, à ce niveau, sur le bord Sud du bassin houiller d'Anhée, le long de la route de Namur à Dinant : il cite les fossiles suivants : *Spirifer bisulcatus*, *Productus* cf. *latissimus*, *Productus semireticulatus*, *Productus setosus*, *Chonetes* (petite : aff. *Hardrensis*), *Athyris glabristria*, *Reticularia*, *Streptorhynchus*, *Lithostrotion irregulare*, polypiers cornus (fragments indéterminables). Nous avons cité jadis (2), dans les mêmes couches, *Productus scabriculus*, *Productus punctatus* et *Productus giganteus*. On sait que *Productus latissimus* est très voisin de *Productus giganteus* et que ces deux formes se rencontrent au même niveau. La forme que nous avons citée sous le nom de *Productus Flemingii* est la même que celle que M. Delépine désigne sous le nom de *Productus setosus*, De Coninck considérant le *Productus setosus* comme une variété du *Productus Flemingii*. La petite *Chonetes* est sans doute la forme que nous avons désignée sous le nom de *Chonetes Dalmaniana*. On pourrait encore ajouter à cette liste de petites *Phillipsia*, que l'on rencontre en très grande abondance dans ces couches. Mais nous nous arrêterons davantage au *Spirifer* que M. Delépine désigne sous le nom de *Spirifer bisulcatus*. C'est la forme sur laquelle nous avons attiré jadis l'attention comme n'ayant jamais été décrite, du moins dans notre Viséen. Nous l'avions rapprochée du

---

(1) [8]. pp. 429-430.

(2) H de Dorlodot, Sur un Spirifer nouveau pour le Viséen. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXI, Bull., pp. cx-cxii.)

Spirifer acutus, forme du Waulsortien décrite par De Koninck, dont elle diffère néanmoins par une taille notablement moindre et par un pourtour moins fusiforme. Nous ajoutions que, parmi les formes décrites dans le Viséen, c'est au *Spirifer trigonalis* qu'elle ressemble le plus.

Nous ne prétendons naturellement pas que M. Delépine n'ait pu trouver, dans la carrière en question, une forme répondant au *Spirifer bisulcatus* de Sowerby; mais la plupart de ces *Spirifer* diffèrent notablement du type de Sowerby. Parmi les formes décrites à l'étranger, ils nous paraissent se rapprocher surtout d'une forme décrite par Schellwien (1) dans le calcaire à fusulines de Carinthie, sous le nom provisoire de *Spirifer trigonalis* var. *lata*, forme dont l'auteur fait d'ailleurs ressortir la ressemblance avec le *Spirifer acutus* De Kon. Scupin, dans *Die Spiriferen Deutschlands* (2), fait remarquer avec raison que la forme de Schellwien est intermédiaire entre le *Spirifer trigonalis* type et le *Spirifer Strangwaysi* M. V. K. (3) du Moscovien de Russie. Il figure un échantillon du Dinantien de Silésie (4) qu'il rapporte au *Spirifer trigonalis* var. *lata* de Schellwien; notre forme ressemble plus à la figure de Scupin qu'à celles de Schellwien. Néanmoins elle n'est pas tout à fait identique même à cette forme de Scupin : l'allongement des ailes en pointes et un moins grand nombre de côtes dans le sinus rapprochent davantage notre forme de la forme russe.

Il y a dans De Koninck (5) une forme de *Spirifer trigonalis* à ailes plus larges que la forme type. Si l'on part de la forme type en passant par cette forme spéciale, puis par la forme silésienne, ensuite par la forme du sommet du calcaire d'Anhée, pour aboutir à la forme moscovienne, on a une suite de formes établissant une transition graduée entre le *Spirifer trigonalis* type et le *Spirifer Strangwaysi*. Il est à remarquer que la forme la plus rapprochée du *Spirifer Strangwaysi* du Moscovien se trouve au sommet, ou du moins bien près du sommet de notre Dinantien.

M. Delépine croit avoir trouvé, tout au sommet de notre Calcaire carbonifère, une faune plus récente encore. Il considère la faune des couches à anthracite comme appartenant encore au niveau *D2* de Vaughan. Il rapporte, au contraire, au niveau *D3* (6) les 2 ou 3 mètres de calcaire argileux, noir, compact, en bancs minces, qui s'observent au contact du Houiller, à Samson, et dans lesquels il a trouvé d'abondants *Productus longispinus* avec *Orthothetes* (*Streptorhynchus*) *crenistria*.

---

(1) Ernst Schellwien, Die Fauna des karnischen Fusulinenkalks. (*Palaeontographica*, Neununddreissigster Band, 1892, p. 46, Taf V, Fig. 10-12.)

(2) Hans Scupin, Die Spiriferen Deutschlands (*Palaeontologische Abhandlungen*, Neue Folge, Band IV, Heft 3), pp. 109-110.

(3) Roderick Imp. Murchison, Ed. de Verneuil et Alex. de Keyserling, Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural, vol. II, p. 164, pl. VI, fig. 1.

(4) Hans Scupin, *loc. cit*, Taf. IX, Fig. 7.

(5) L.-G. De Koninck, Faune du Calcaire carbonifère de la Belgique. Sixième partie : Brachiopodes. (*Ann. du Musée roy. d'Hist. nat. de Belgique*, t. XIV, pl. XVI, figg. 5 et 6.)

(6) [5], pp 148, 149; [6], p. 189; [8], p. 429; [11], p. 1165; [12], p. 11.

Ces formes sont les mêmes, d'après lui, que celles qui caractérisent, dans la coupe de l'Avon, les couches de passage au *Millstone Grit*, et que Vaughan range aujourd'hui dans sa zone *D5*.

Calcaire de Visé. — Dans une communication toute récente à la Société géologique de Belgique, M. Delépine [1] étudie la partie du calcaire de la région de Visé qui affleure dans la vallée de la Meuse. Il constate d'abord que c'est par erreur qu'on a cru y observer la superposition directe du Calcaire carbonifère viséen au Devonien : ce qu'on avait pris dans ces observations pour du calcaire ou de la dolomie devonienne, appartient en réalité au Carbonifère. Les deux calcaires devonien et carbonifère sont mis en contact par faille.

D'autre part, on n'observe, du moins dans le Carbonifère affleurant dans la vallée de la Meuse, que les horizons *D2*, et, tout à la base, *D1*. Le facies des roches est souvent fort analogue, d'après M. Delépine, à celui de la Grande brèche : l'auteur croit, en conséquence, que les conditions qui ont déterminé la formation de la Grande brèche, mais avec quelque différence toutefois, comme l'indiquent la taille et la variété beaucoup plus grande des fossiles, se seraient prolongées plus longtemps à Visé que dans le reste de notre bassin carbonifère.

Bien que la nature de ces observations ne permette pas une conclusion rigoureuse, l'auteur est porté à croire à une transgression de la mer carbonifère dans la région de Visé, correspondant à la base des couches à *Productus giganteus* et à *Dibunophyllum*. Il rapproche ce fait encore hypothétique de ce qui se constate dans d'autres régions, notamment dans le centre de l'Angleterre et le Nord du Pays de Galles. Rappelons que M. Gröber nous a dit dernièrement que le même fait a été constaté dans l'Asie centrale [2]. Nous nous souvenons également avoir vu, dans l'Oural central, un calcaire rempli de *Productus striatus* et de *Productus giganteus*, et dont le facies lithologique n'était pas sans analogie avec certaines variétés du calcaire de Visé, *immédiatement superposé, en stratification parfaitement concordante*, à du calcaire à faune frasnienne, identique, comme facies lithologique, aux calcaires à teinte pâle du Frasnien des bords de la Meuse entre Namur et Yvoir, et contenant accidentellement, comme celui-ci, de petits nids de dolomie d'aspect identique. La superposition paraît si normale qu'on a peine à

---

[1] [17].
[2] *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV, Proc.-verb., p. 196.

s'imaginer qu'une immense lacune sépare ces couches. Nous nous souvenons qu'un des plus célèbres géologues de Russie nous a soutenu, en présence d'une coupe de ce genre, que « Tournaisien » et « Viséen » sont des facies paléontologiques de même âge. Cette thèse ne serait plus soutenable aujourd'hui. Elle ne permettrait pas d'ailleurs de supprimer la lacune, puisque les couches d'âge famennien, et notamment les niveaux à Clymenies, qui affleurent dans le Sud de l'Oural, y font défaut. Mais la lacune est encore plus considérable que nous ne nous croyions alors obligé de l'admettre, puisqu'elle porte non seulement sur le Famennien et le Tournaisien, mais encore sur toute la partie du Viséen qui est inférieure à la zone à *Dibunophyllum*, c'est-à-dire, à peu de chose près, sur tout ce qui est inférieur à la Grande brèche.

Conclusions générales.

La première conclusion qui se dégage des faits récemment étudiés, c'est que les zones paléontologiques définies par Vaughan se succèdent chez nous dans le même ordre que dans le Sud-Ouest de l'Angleterre. Leur distinction peut servir à confirmer et à préciser les relations stratigraphiques reconnues jusqu'ici entre les divers facies qui s'observent dans les différentes régions de notre Calcaire carbonifère. M. Delépine a constaté, en outre, une réelle analogie de facies pour les divers niveaux inférieurs à la zone à *Dibunophyllum*, entre les formations du Sud-Ouest de l'Angleterre et celles du bassin de Namur. On pourrait étendre cette analogie au Nord-Est du Condroz, et même, dans une certaine mesure, à tout l'ensemble du pays, en exceptant seulement la région waulsortienne pour l'âge tournaisien supérieur; on sait d'ailleurs que notre facies waulsortien est représenté en Irlande. Par contre, le caractère fréquemment corallien des couches à *Dibunophyllum* du Sud-Ouest de l'Angleterre les rend généralement fort dissemblables aux formations qui leur sont contemporaines en Belgique. Le Calcaire de Visé, que M. Delépine paraît disposé à considérer comme exclusivement viséen et même comme appartenant exclusivement à la zone à *Dibunophyllum*, ressemble aux formations de même âge du Midland, ce qui s'accorde avec sa situation géographique et avec les autres relations géologiques que l'on avait reconnues jusqu'ici entre le bassin de Limbourg et les bassins du centre de l'Angleterre.

L'application, au Calcaire carbonifère de la Belgique, des données de paléontologie stratigraphique établies par Vaughan pour le Sud-

Ouest de l'Angleterre, amène à des conclusions importantes au point de vue de notre échelle stratigraphique.

I. — En premier lieu, il paraît bien établi que la limite conventionnelle adoptée entre le Famennien et le Calcaire carbonifère pour la Carte géologique de la Belgique n'a pas amené au résultat désiré, et que la base du Calcaire carbonifère, tel que le limite la Carte géologique, ne correspond pas à un niveau stratigraphique constant. Il est vrai que ce niveau aurait été, sans doute, encore plus variable, si l'on avait réuni au Carbonifère l'assise de Comblain-au-Pont, *là où elle est reconnaissable*. — Théoriquement, l'adjonction de cette assise au Carbonifère semble s'imposer. Peut-être des recherches patientes dans les régions où l'assise de Comblain-au-Pont ou d'Etrœungt n'a pu être distinguée jusqu'ici, permettraient-elles de reconnaître si cette assise s'y présente sous un facies « famennien », ou si elle est absente par le fait d'une véritable lacune stratigraphique.

II. — La seconde conclusion, d'une importance égale à la première, c'est la coïncidence de la limite que nous avions admise entre le Tournaisien et le Viséen avec la limite adoptée, en dernier lieu, par Vaughan entre les deux étages du Calcaire carbonifère de l'Angleterre. En Belgique comme en Angleterre, le niveau le plus inférieur du Viséen contient encore un certain nombre de fossiles tournaisiens; mais le plus grand nombre a disparu, et la plupart des survivants sont devenus moins communs, tandis que de nouvelles formes ont apparu et sont devenues communes dès la base. De plus, ce niveau inférieur (*C2*) se relie si intimement au niveau suivant (*S1*), qu'il n'est pas toujours possible d'individualiser ce dernier. La limite du Viséen à la base de *C2* semble s'imposer d'autant plus, que le changement de faune qui caractérise l'apparition de ce niveau fait contraste avec la grande constance de la faune dans la puissante série sur laquelle reposent les couches *C2*.

III. — Comme nous l'avons fait ressortir au cours de cette étude, les subdivisions que nous avons adoptées au sein du Tournaisien, tout en occupant des niveaux stratigraphiques sensiblement constants, n'ont pas les mêmes limites que les zones paléontologiques de Vaughan. Il y a donc lieu de se demander s'il ne conviendrait pas d'adopter des subdivisions qui répondissent mieux aux limites paléontologiques. S'il s'agissait de pure théorie, peu de géologues hésiteraient à répondre affirmativement. Mais si des hauteurs de la spéculation nous descendons au problème pratique de la limitation *nette* entre les assises que doit représenter une carte géologique, nous ne tarderons pas à nous

apercevoir que la solution théorique est pour ainsi dire impossible à réaliser. D'abord, il faudrait que *les limites* entre les zones paléontologiques *existassent*. Or, si l'on veut bien examiner avec soin les faits tels qu'ils ont été décrits, on remarquera que les zones *Z2* et *C1* ne diffèrent guère entre elles que par l'abondance relative de certaines espèces ou de certains genres, et que cette abondance croît ou décroît parfois d'une façon si bien graduée, que le choix d'un horizon net pour limiter deux zones dans une coupe donnée serait souvent arbitraire. A plus forte raison ne pourrait-on avoir conscience de tracer cette limite au même niveau stratigraphique en différents points. En second lieu, une limite purement paléontologique ne peut être tracée au milieu d'un même facies lithologique, que si les fossiles caractéristiques abondent à tous les niveaux, ou tout au moins aux approches de la limite à déterminer. Or, tel ne paraît pas être le cas chez nous. Enfin, ajoutons qu'une carte géologique n'est pas une carte *purement paléontologique;* que, si l'on ne peut faire abstraction des fossiles pour l'étude du synchronisme des couches, cependant la géologie étudie la variation de la nature des dépôts, autant que la variation des faunes ; enfin, qu'au point de vue des applications, il importe de représenter, sur une carte géologique, une même roche par une même teinte, lorsqu'il est possible de le faire sans commettre d'anachronisme géologique. Nous pensons donc que la question doit être réduite à celle-ci : Pourrait-on trouver, au sein de notre Tournaisien, des niveaux lithologiquement reconnaissables qui coïncidassent mieux avec les limites paléontologiques que celui que la légende officielle a adopté, sur notre proposition, pour séparer le Tournaisien en deux assises?

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne croyons pas pouvoir répondre à cette question d'une façon catégorique. Si l'on se résolvait à faire entrer dans le Carbonifère l'assise d'Etrœungt, peut-être y aurait-il lieu de tracer une limite d'assise à la base des schistes dits à *octoplicatus;* mais l'étude de la faune du Calcaire d'Hastière serait nécessaire, avant que l'on puisse dire si cette limite aurait une valeur paléontologique. Nous ignorons aussi, avons-nous dit, à quel niveau *précis* se trouve chez nous la limite entre les zones *Z1* et *Z2*. Si l'observation montrait qu'elle est voisine du sommet du Calcaire de Landelies, peut-être serait-il conseillable de porter à la base des Calschistes de Maredsous la limite que nous plaçons aujourd'hui au sommet de cette formation. Par contre, ce que nous avons dit du passage de *Z2* à *C1* s'oppose à ce qu'on cherche à tracer, entre ces

deux zones, une *limite purement paléontologique;* d'autre part, la limite tracée à la base du Calcaire d'Yvoir semble correspondre à un horizon à peu près constant, ce qui n'est pas le cas pour la limite inférieure du Petit-granit, et le Calcaire d'Yvoir, bien qu'il semble encore se trouver dans la zone *Z2* telle que l'entend Vaughan, commence déjà cependant à présenter des affinités paléontologiques marquées avec la zone *C1*.

IV. — La question que nous avons posée pour le Tournaisien se présente également pour le Viséen. Les principes que nous avons exposés plus haut pourraient nous amener à proposer de tracer une limite d'assise sous la grande brèche : cette limite correspondrait, en effet, *à peu de chose près*, à la base de la zone à *Dibunophyllum* et à *Productus giganteus*, c'est-à-dire à l'une des limites les plus importantes au point de vue paléontologique, comme au point de vue paléogéographique. L'adoption de cette limite pourrait, sans doute, présenter des difficultés pour le levé de la carte, à cause de la ressemblance lithologique des couches qui se trouvent au-dessus et en dessous de la Grande brèche, et aussi à cause de l'existence de brèche à d'autres niveaux. Mais, dans la plupart des cas, une étude attentive permettrait d'éviter des erreurs, même sans avoir recours aux fossiles caractéristiques, qui peuvent faire défaut.

Que si l'on veut conserver, en outre, une subdivision au sein des couches viséennes inférieures à la Grande brèche, comme semble le conseiller la puissance assez considérable de ce complexe, cette limite ne peut être tracée qu'au sommet ou à la base du Calcaire de Neffe proprement dit. Nous avons dit que la première de ces deux limites a toutes les chances de se trouver partout au même niveau stratigraphique; au point de vue lithologique, elle est manifestement préférable à la seconde. Nous ne pouvons nier cependant qu'elle présente l'inconvénient de se trouver au beau milieu d'une zone paléontologique. Mais, *d'après ce que l'on connaît jusqu'ici*, la seconde de ces deux limites (qui pourrait être considérée comme réalisant *ce qu'a voulu* la légende officielle, mais sans pouvoir parvenir à son but) ne se trouverait pas non plus à la base de la zone *S2*, et elle ne se trouverait pas partout au même niveau stratigraphique. Toutefois, avant de se prononcer définitivement, il y aurait lieu d'étudier la succession des faunes dans des coupes où le Calcaire de Neffe présente son extension normale, *ni plus ni moins*. Il ne serait pas impossible que l'on arrivât à constater que la limite inférieure de cette extension normale n'est pas loin de coïncider avec la base de la zone *S2*. Si cette consta-

tation amenait à adopter cette limite, on pourrait échapper aux inconvénients signalés plus haut, en employant la méthode que nous avons mise nous-même en pratique dans la bande d'Anthée, pour arriver à obéir autant que possible à la légende officielle. Cette méthode consiste à tracer d'abord la limite entre le Calcaire de Neffe et le Calcaire d'Anhée, puis à tracer ensuite, *au jugé*, la limite que l'on suppose correspondre au niveau normal de base du Calcaire de Neffe, en tenant compte de la puissance de ce calcaire constatée dans de bonnes coupes de la région où le Calcaire de Neffe se présente avec son développement normal. Dans la bande d'Anthée, en traçant la limite d'après ce procédé, nous avons constaté que tous les affleurements situés entre les deux lignes appartiennent au facies de Neffe, tandis qu'au-dessous de la limite inférieure, un bon nombre d'affleurements appartiennent au même facies, mais d'autres, qui leur sont irrégulièrement entremêlés, appartiennent à des roches différentes et notamment à de la dolomie grenue. L'expérience seule pourra montrer si le même procédé donnerait également de bons résultats lorsque le facies *Dolomie et calcaire de Sovet* empiète, au contraire, sur la base du Calcaire de Neffe.

J. Lorié. — **Le Diluvium de l'Escaut.**

Le Secrétaire général résume le mémoire de notre savant membre honoraire ; ce travail sera inséré aux *Mémoires*.

G. Schmitz, S. J., et X. Stainier. — **La géologie de la Campine avant les puits des charbonnages.**

Sixième note préliminaire [1].

Un nouveau facies du Montien en Campine.

Dans notre deuxième note, nous avons décrit le Montien de Campine comme constitué exclusivement par des argiles plastiques à caractères poldériens. Bien que pareille formation comporte ordinairement des alternances d'argiles et de sables, nous ne pouvions en

---

[1] La première, la deuxième et la cinquième notes préliminaires ont paru dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie*, tomes XXIII, 1909, et XXIV, 1910 (Proc.-verb.). La troisième et la quatrième notes ont paru dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, tome XXXVI, 1909 (Bull.)

parler, étant donné que ces derniers n'avaient été observés nulle part.

Heureusement, grâce aux procédés perfectionnés de la Société Foraky, le dernier sondage d'Eysden (n° 81) de la Société anonyme des Charbonnages Limbourg-Meuse nous a fait découvrir un nouvel aspect du Paléocène.

Il s'agit d'une argile gris brunâtre disposée en feuillets alternant avec des filets de sable d'un gris sale et mouchetés de points charbonneux.

A voir l'extérieur des carottes, on dirait un de ces psammites zonaires à stratifications entrecroisées et à joints charbonneux dont nous avons si fréquemment relevé la présence dans les stampes du Houiller. Naturellement, ce n'est qu'un psammite en formation, il ne présente ni la compacité ni la dureté voulues pour répondre à cette dénomination tout court.

A la simple dessiccation, les feuillets se dissocient et l'argile se recroqueville comme du cuir.

Les nombreuses esquilles de lignite répandues spécialement sur les joints et dont l'augmentation accuse la teinte sombre de la roche vers la base n'ont malheureusement fourni jusqu'ici aucune indication paléobotanique précise.

Nous avons observé cette roche sur une épaisseur de $8^{m}95$ (de 212 mètres à $220^{m}95$). Elle commence sous le gravier heersien (Hs*a*), qui contient à cet endroit des nodules argileux en plus des éléments remaniés déjà signalés. La proportion argileuse augmente graduellement avec la profondeur en même temps que la teinte de la roche devient d'un brun de plus en plus foncé.

A la base, le Montien passe au Crétacique par un banc de $0^{m}60$ (de $220^{m}95$ à $221^{m}55$) de conglomérat. L'argile sableuse réduite en une pâte verdâtre est pétrie de fragments de Tuffeau maestrichtien d'un blanc jaune. L'absence d'éléments roulés fait croire ici bien plutôt à une macération de la tête du Crétacique altéré dans les eaux montiennes qu'à un gravier de base.

Si c'est la seule place où l'on a signalé ce facies montien, est-ce à dire qu'il n'existe nulle part ailleurs en Campine ? Nous ne le pensons pas. Il serait même étonnant que l'un ou l'autre des nombreux sondages ne l'ait point recoupé, alors qu'ils ont rencontré tant de fois les argiles synchroniques.

Qu'on ne l'ait pas observée, s'explique aisément par le fait qne cette roche peu consistante devait se comporter sous le trépan de la même

façon que les sables heersiens qui la précédaient immédiatement dans le forage. D'autre part, les résidus sensiblement les mêmes des deux sédiments voisins devaient se mêler si intimement dans le courant de l'eau d'injection que la récolte sur le tamis ne pouvait pas en accuser le mélange.

Tout concourait donc à masquer l'observation, et l'on ne sera pas surpris que le fait ait échappé si l'on pense que la présence des argiles montiennes, pourtant si consistantes, n'a pas toujours été remarquée.

Si notre contribution actuelle accuse les traits de ressemblance du Montien de Campine avec celui du Hainaut, elle n'apporte cependant pas d'éléments pour mieux préciser l'extension de l'horizon paléocène en Campine. Toutefois, il y aura lieu d'examiner si, là où le sondeur a donné une épaisseur exagérée aux sables heersiens, cette exagération ne pourrait pas être expliquée par la présence du facies sableux du Montien entre le Heersien et le Crétacique.

N.-J. Krischtafowitsch. — **Sur la dernière période glaciaire en Europe et dans l'Amérique du Nord en rapport avec la question de la cause des périodes glaciaires en général.** (Traduit du russe par Mr. W. P.)

Les découvertes de formations glaciaires faites pendant ces dix dernières années dans tous les continents, et cela à partir des périodes les plus anciennes de l'histoire de la Terre, ont enrichi la science de données toutes nouvelles, fort importantes et fort variées, données qui me permettent d'émettre en ce moment quelques idées générales et quelques déductions concernant les questions les plus vitales de la géologie glaciaire; nous pouvons réduire celles-ci aux interrogations suivantes : *Qu'entend-on par période glaciaire*, quelles sont les causes immédiates qui l'ont amenée et, ensuite, *qu'entend-on par époques glaciaires et interglaciaires?*

Jusqu'en ces derniers temps, jusqu'à ce jour même, il n'y a pas trace d'entente parmi les géologues sur ces questions fondamentales. Les controverses entre savants sont fort compréhensibles, si l'on prend en considération que, d'une part, la détermination de ces termes exige leur strict accord avec tous les faits matériels connus, non seulement avec ceux qui sont en rapport immédiat avec la question, mais aussi avec toutes les parties des sciences contiguës et que, de l'autre, l'accumulation même de ces faits, entreprise par les géologues à une date relativement rapprochée, s'est développée sans plan, sans régula-

rité, et que, jusqu'à ces derniers moments, elle a été continuellement accompagnée de vraies surprises.

Je ne citerai pas en ce moment les très nombreuses opinions et les hypothèses existant sur la provenance de la période glaciaire, je ne ferai qu'indiquer qu'elles se groupent en astronomiques, cosmiques et telluriques, et que, du nombre de ces dernières, notre attention est particulièrement attirée par une hypothèse qui est la plus rapprochée de celle que je soutiendrai ici, hypothèse émise par le Prof^r A. Woeikoff, détaillée par la suite par N.-M. Knipowitch et, dans ces derniers temps, par le Prof^r E. Geinitz. Suivant cette hypothèse, la période glaciaire a été provoquée par des changements dans la répartition des mers et des terres, et par les changements de la direction des courants chauds de l'air et de la mer qui en furent la suite, particulièrement par le soulèvement de la Scandinavie et par la déviation du Gulfstream loin des rivages de cette dernière.

En étudiant pendant plus de vingt années les formations glaciaires, j'ai systématisé et qualifié soigneusement et, autant qu'il m'était possible, complètement tous les matériaux s'y rapportant, tant ceux que j'ai recueillis personnellement que ceux qui existent dans la littérature géologique.

Ce sont ces travaux qui me donnent aujourd'hui le courage d'essayer, personnellement, l'élucidation des questions susdites, questions fort difficiles et fort compliquées de la géologie glaciaire.

A partir des temps géologiques les plus éloignés, en commençant par l'ère paléozoïque, les massifs primitifs de l'hémisphère nord — le Canadien, le Scandinavien et l'Angarien — n'ont jamais été complètement submergés par les eaux de la mer et ont représenté, et représentent actuellement, les parties les plus stables des continents anciens et de ceux qui leur ont succédé. Tandis que les intervalles entre ces massifs ont été constamment soumis à des variations ininterrompues, se manifestant par des changements continuels dans la répartition de l'eau et de la terre, ces massifs mêmes sont restés de tout temps des continents peu variables.

A partir de l'ère caïnozoïque, la terre ferme de l'hémisphère boréal se soulève d'une façon presque continue, et les centres de ce soulèvement sont toujours les mêmes massifs; quant aux mers, elles reculent de plus en plus de ces centres de soulèvement. En même temps, selon le témoignage de données paléontologiques nombreuses et variées, le climat change aussi, devenant, de chaud qu'il était, de plus en plus froid, surtout dans les latitudes nord; le règne des animaux et celui

des végétaux changent aussi en composition et en habitat en rapport avec les changements du climat et des conditions physico-géographiques en général. Vers le milieu de cette ère (dès la fin de l'Oligocène), tous ces changements atteignent déjà une intensité nettement marquée, et cela partout, tant en Europe que dans l'Amérique du Nord.

Au Congrès des naturalistes russes, à Moscou (janvier 1910), nous avons entendu l'intéressant rapport du Prof^r A.-N. Krasnoff sur le résultat de ses études sur les restes de la végétation tertiaire du Sud de la Russie, rapport qui nous a dessiné un tableau magnifique du changement progressif de la végétation de cette région, à partir de l'Éocène, sous l'influence du changement graduel du climat, confirmant de la sorte la justesse de notre caractéristique pour la partie Sud-Est de l'Europe.

Vers la fin du Pliocène, le refroidissement général des mers atteignit vraisemblablement son apogée et fut si considérable que les représentants de la faune boréale se répandirent non seulement dans les parties qui appartenaient alors au bassin de l'Océan Atlantique, mais même dans les eaux de la Méditerranée; ce sont : *Cyprina islandica*, *Saxicava arctica*, *Mya truncata*, *Panopœa norvegica*, *Trichotropis borealis* et d'autres qui habitent maintenant exclusivement les mers boréales. La faune terrestre, qui, vers ce temps, avait aussi subi des changements encore plus considérables et qui avait, même sur les limites Sud-Ouest de l'Europe, un certain nombre de formes septentrionales, était limitée dans son expansion, vraisemblablement, sinon exclusivement, principalement par les contrées Sud et en partie par les contrées Ouest du continent (dans la moité du Nord de l'Europe, on n'a pas encore trouvé un seul reste de végétal ou d'animal datant de ce temps). Dans le calcaire du Pliocène supérieur d'Odessa, dans le Sud de la Russie, on rencontre souvent des blocs de roches cristallines, apportées du Nord certainement par des glaces flottantes ; c'est cette dernière circonstance qui donne de la vraisemblance à la supposition qu'alors le manteau finno-scandinave s'était déjà étendu jusque dans le bassin de la mer Pontienne, où les rivières d'alors pouvaient charrier des glaçons détachés de la calotte glaciaire portant les susdits blocs.

Tout témoigne que vers la fin du Pliocène d'énormes surfaces en Europe et en Amérique (Nord) se trouvaient déjà sous la glace et que l'influence de cette dernière se réfléchissait à un fort degré sur le caractère général de la vie des deux continents. Si le régime glaciaire régnait déjà alors en Europe et dans l'Amérique du Nord, il est indubitable qu'il faut en reporter le commencement, les premiers stades

de l'accroissement des manteaux glaciaires, loin dans les profondeurs de l'ère caïnozoïque, peut-être à la fin de l'Oligocène.

La carte de l'extension des mers baignant les bords de l'Europe et de l'Amérique du Nord indique que les eaux de l'Océan Atlantique d'alors n'approchaient pas du tout des parties Nord de ces continents et que les sédiments correspondants s'arrêtent net en Europe approximativement vers le 53° de latitude Nord et en Amérique vers le 42°. Il est évident qu'à ce moment les deux continents avaient une bien plus grande surface et que, précisément, ils étaient étirés dans leurs parties Nord à la rencontre l'un de l'autre selon la latitude.

Le relief actuel du fond de l'Océan Atlantique confirme cette déduction d'une façon remarquable, car c'est justement dans la direction de la limite Nord de l'extinction dans les eaux de l'Océan de l'expansion des sédiments pliocènes marins que se prolonge à travers l'Océan, actuellement encore, une élévation ininterrompue dont les parties les plus hautes sont : les îles Britanniques, les îles Féroé, l'Islande et le Groenland.

Cette élévation, qui traverse l'Océan Atlantique, sert maintenant encore de barrière entre ce dernier et l'Océan Glacial arctique, et est même la limite zoo-géographique de leurs faunes. Il est très vraisemblable, déjà *a priori*, que ce soit précisément cette élévation qui ait été soulevée encore pendant le Pliocène et qui ait formé une bande de terre ferme continue et proportionnellement plus large, réunissant les deux continents, et que les contours Sud de cette terre même aient formé le rivage déjà cité de l'océan pliocène.

L'existence d'un lien direct de *terre-sèche* entre l'Europe et l'Amérique du Nord en ce temps, ainsi qu'à l'époque immédiatement postérieure, est confirmée *de facto* par de nombreuses données de la faune, de la flore et même de la paléo-ethnologie ; à parler plus précisément, on a constaté dans les dépôts (sédiments) pliocènes dans les parties Est de l'Amérique du Nord et dans les parties Ouest de l'Europe un nombre considérable de formes fort proches et même identiques, qui indiquent l'existence d'un échange direct entre la flore et la faune des deux continents à cette époque.

A titre de démonstration, je citerai deux exemples. Les plus anciens types du Mammouth de l'Amérique du Nord (*Elephas Columbi* et *El. Imperator*) sont les plus proches de l'ancien Mammouth de l'Europe *Elephas antiquus,* qui était répandu principalement dans l'Ouest et le Sud de l'Europe et dans le Nord-Ouest de l'Afrique, et qui est complètement inconnu en Asie et particulièrement en Sibérie. Les restes de

la culture de la population *paléolithique la plus ancienne* de l'Amérique du Nord sont les plus voisins et par les types des instruments et par l'âge géologique de ceux de l'Ouest de l'Europe, et cette dernière, si l'on se borne aux faits existants, doit être considérée comme le plus ancien berceau effectif de l'humanité ; ces restes ne correspondent pas du tout, ni sous l'un ni sous l'autre des rapports indiqués, aux types asiatiques et particulièrement au type sibérien. Pour ne pas allonger mon travail, je me bornerai, en attendant, à ces exemples, mais je répète qu'on pourrait en citer encore toute une série pour démontrer l'existence du lien direct de terre ferme entre les deux continents au temps considéré (fin du Pliocène et commencement du Postpliocène).

Les eaux de l'Océan Pacifique, au contraire, avaient en ce même temps une communication bien plus large avec celles de l'Océan Glacial arctique qu'elles ne l'ont au temps présent, car, pendant le Pliocène, elles recouvraient les parties Nord-Ouest de l'Amérique du Nord et augmentaient de la sorte encore plus l'étendue aquatique qui sépare ce continent de l'Asie. C'est en rapport avec ce fait que l'échange de la faune et de la flore terrestres entre l'Asie et l'Amérique du Nord ne pouvait avoir lieu. Et, en réalité, cet échange entre les deux continents n'a eu lieu que beaucoup plus tard (pas avant le milieu du Pliocène), quand s'exécuta le passage dans l'Amérique du Nord du vrai Mammouth sibérien typique, *Elephas primigenius*, et même de son compagnon le Rhinocéros poilu, *Rhinoceros tichorhinus* (les restes des deux sont connus en Amérique aux limites Nord-Ouest), de beaucoup d'autres espèces d'animaux et de plantes, de même que de l'homme asiatique, qui se trouvait encore au stade paléolithique sous le rapport de la culture, mais des types les plus avancés (les instruments sont fort proches des types des stations paléolithiques de l'Est de la Sibérie). Ce dernier émigrant, s'étant ensuite répandu sur tout le continent des Amériques du Nord et du Sud, est indubitablement en rapport de famille le plus étroit avec la population indigène contemporaine du nouveau monde.

Ainsi, dans la seconde moitié du Pliocène et au commencement du Postpliocène, l'Océan Glacial arctique était *fermé*, du côté de l'Océan Atlantique, par une terre ferme, et les courants chauds équatoriaux de ce dernier ne pouvaient y pénétrer ; avec les eaux de l'Océan Pacifique il avait, au contraire, une communication bien plus considérable qu'à présent, et les courants chauds équatoriaux pouvaient y pénétrer librement et baigner les parties adjacentes des continents.

Quelles conséquences une telle répartition nouvelle de la terre et de l'eau pouvait-elle avoir pour l'Océan Glacial même et pour les parties adjacentes de terre ferme qui l'entouraient?

Il est hors de doute que dans une partie prédominante de cet océan, complètement isolée en ce temps des courants chauds, des glaces éternelles et des glaciers devaient se développer, pareillement à ceux qui dominent en ce moment au Groenland et dans l'archipel polaire de l'Amérique du Nord, où les eaux chaudes des courants équatoriaux ne parviennent presque pas. Et, au contraire, la partie de cet océan qui était acquise à l'accès des eaux chaudes de l'Océan Pacifique, pouvait avoir des conditions climatiques plus tempérées, quoique toutefois, en général, vraisemblablement fort rigoureuses, peut-être pareilles, approximativement, à celles qui existent en ce moment au Spitzberg; c'est qu'alors cet océan était entouré par la terre sur une longueur de près de 345°, au lieu des 315° actuels.

Mais à partir de l'archipel polaire de l'Amérique du Nord (les îles Parry et Melville) jusqu'aux îles de la Nouvelle-Sibérie, l'Océan Glacial arctique, étant fermé aux courants chauds de l'Océan Atlantique, a dû en tout cas se revêtir de glaces éternelles, ce qui, à son tour, n'a pas pu ne pas se refléter sur l'abaissement général de la température des parties adjacentes de la terre ferme. Et voilà que sont créées toutes les conditions nécessaires pour la croissance intensive des glaciers continentaux, qui, s'étendant de leurs centres (massifs primitifs finno-scandinavien et canadien), ont graduellement revêtu d'un manteau glaciaire toute la partie Nord-Est de l'Amérique du Nord et toute la partie Nord-Ouest de l'Europe, et de même beaucoup d'autres hautes montagnes et cimes non seulement des latitudes boréales, mais même celles des latitudes méridionales. L'accumulation colossale des glaces dans l'Océan Glacial arctique et sur des étendues énormes de l'Europe et de l'Amérique du Nord a peut-être amené un abaissement général de la température sur toute la surface terrestre.

La grande période glaciaire de l'histoire la plus nouvelle de la Terre est arrivée.

De la sorte, *cette période glaciaire fut la suite de la fermeture de l'Océan Glacial arctique à l'influence immédiate des courants chauds de l'Océan Atlantique par une barrière de terre ferme.* Là où une pareille fermeture n'avait pas eu lieu, précisément du côté de l'Océan Pacifique, *de facto* il n'y avait pas eu du tout de glaciers en ce temps, ou ils n'étaient formés que dans des points isolés et cela très faiblement en général.

Il est certain que cette circonstance ne fait que confirmer la justesse de l'idée générale que nous développons ici.

Ainsi la fermeture de l'Océan Glacial arctique par une barrière de terre ferme du côté de l'Atlantique a été provoquée par le *soulèvement latitudinal* de la croûte terrestre sur toute l'étendue entre les massifs primitifs finno-scandinavien et canadien.

En 1894 déjà, l'Académicien A.-P. Karpinsky a établi pour la Russie d'Europe la *périodicité* des oscillations de la croûte terrestre dans les directions *latitudinale* et *méridienne*.

Actuellement, il me semble que nous pouvons de plein droit appliquer cette déduction à toute la surface terrestre (voir les cartes de la répartition de la terre et de l'eau à la surface terrestre aux diverses époques de l'histoire de la Terre par Neumayr, Lapparent, Chamberlin, Koken, Frech, Arldt, etc.), et si nous nous reportons de la dernière période glaciaire (caïnozoïco-postpliocène) de l'histoire de la Terre que nous avons examinée aux périodes plus anciennes, constatées aux divers temps géologiques à partir du Précambrien, et si nous orientons les traces de chacune d'elles sur des cartes correspondantes de répartition de la terre et de l'eau, nous recevrons de nouvelles confirmations remarquables des conceptions émises sur les causes de la dernière période glaciaire. Il se trouve de même que *toutes les périodes glaciaires les plus anciennes ont été accompagnées par la clôture et l'isolement des océans polaires correspondant* (*Nord ou Sud*) *aux courants équatoriaux.* Avec cela, des nombreuses traces de glaciation connues jusqu'à présent il n'y a que les glaciations précambriennes de Nan-Fou, en Chine (dans l'Iang-Fsi), qui sont le plus difficiles à expliquer au point de vue émis, formations trouvées et étudiées par l'expédition américaine de l'Institut Carnegie. Cependant, dans le cas donné, en se ralliant à l'opinion de B. Willis, nous ne devons vraisemblablement voir dans ces dernières que le retentissement local du régime glaciaire de ce temps dans le Nord de l'Asie, de même que nous ne considérons la glaciation post-tertiaire de beaucoup de montagnes du Sud de l'Europe et de l'Asie que comme le retentissement du régime glaciaire général dans les contrées situées plus au Nord.

Je passe à l'éclaircissement des conceptions : *époques glaciaires* et *interglaciaires*.

Il y a trois points de vue différents dans ces conceptions.

Quelques géologues considèrent chaque époque glaciaire comme indépendante par rapport à l'extension du manteau glaciaire, c'est-à-dire qu'ils comptent qu'à chaque époque le manteau glaciaire se

développait de son centre primitif et, ayant atteint son apogée d'expansion, se rétrécissait de nouveau jusqu'à ce même centre primitif et disparaissait même tout à fait; par rapport à cela, ils considèrent chaque époque interglaciaire comme un temps intermédiaire entre deux époques glaciaires consécutives, pendant lequel le pays était *tout à fait* exempt de glace et jouissait partout de conditions favorables au développement de la vie organique.

D'autres soutiennent l'opinion qu'à chaque période interglaciaire le manteau glaciaire ne faisait que *reculer* plus ou moins loin de la limite de son expansion maximale pendant la période glaciaire précédente et qu'ensuite, pendant la période glaciaire suivante, il s'étendait de nouveau, ensevelissant les dépôts de la période interglaciaire précédente.

Enfin, les troisièmes ne démembrent pas du tout la période glaciaire en époques, n'admettant ni leur unité chronologique ni leur unité stratigraphique; ils expliquent les formations interglaciaires par des oscillations qui ne sont reliées à aucun laps de temps déterminé; dans l'histoire du développement du manteau glaciaire, ils ne distinguent que les *phases* de son expansion (progression) et, ensuite, de son extinction (retrait).

Pour déterminer lequel de ces trois points de vue correspond le plus à la réalité, nous ferons une courte revue de quelques moments et particularités les plus graves et les plus intéressants dans l'histoire du développement du manteau glaciaire finno-scandinavien pendant la dernière période glaciaire caïnozoïco-postpliocène.

Quant à la *première moitié* de l'histoire du développement de ce manteau, on n'a pas jusqu'à présent de données suffisantes pour en tirer des conclusions et des déductions positives. Nous ne possédons de riches matériaux étudiés qu'à partir de la *glaciation maximale* (*saxonienne*), dont les limites ont été en général suivies et déterminées assez soigneusement.

Ce qui suivit cette grande glaciation est nommé *époque interglaciaire helvétio-neudekienne* et n'est pas mal aussi étudié à présent, quoique l'étude soit encore loin d'être complète.

J'ai repéré sur une carte tous les dépôts *intermorainiques* de ce temps, connus jusqu'à présent en Europe, et, comme résultat, il se trouve qu'ils sont tous disposés dans les limites d'une *bande* strictement déterminée, d'une largeur de 300 verstes, qui *ceint d'une façon ininterrompue le côté frontal du manteau glaciaire polono-mecklembourgien qui les recouvre;* ils ont partout pour base les formations morainiques

de la glaciation saxonienne; ils sont composés des dépôts les plus variés : alluviaux, diluviaux, éoliens, subaéraux, par place marins, et contiennent très souvent *in situ* les restes d'une faune et d'une flore très riches et très variées aussi.

L'ininterruption de cette bande de dépôts intermorainiques sur toute l'étendue de terrain depuis l'Océan Glacial arctique jusqu'à la mer du Nord, la stricte constance de leur position stratigraphique et, enfin, le rapport de tous uniquement à cette bande même, témoignent d'une façon convaincante que tous ces effets doivent leur existence non à des oscillations locales partielles des bords du manteau glaciaire, mais qu'ils se trouvent en rapport avec une cause *générale* grâce à laquelle le manteau glaciaire de la glaciation saxonienne, qui avait reculé presque de 1 000 verstes de la limite de sa plus grande expansion (jusqu'à la ligne de la limite intérieure de la bande des dépôts morainiques), ce qui a, indubitablement, exigé un temps énorme pendant lequel les parties libres de glace ont eu le temps de survivre à toute une série de changements physico-géographiques et climatiques en rapport avec des changements multiples et très graves dans la composition et dans l'extension de la population animale et végétale, a recommencé à se développer et à avancer *simultanément* sur toute l'étendue de son front, et s'est propagé à des centaines de verstes (jusqu'à 300).

Ce qui vient d'être dit peut être confirmé par d'autres arguments fort sérieux.

J'ai marqué sur une carte tous les gîtes des os de Mammouth connus dans la littérature et trouvés *in situ*, et par cette voie j'ai composé une *carte de l'extension du Mammouth en Europe* pendant le Posttertiaire. La carte est fort curieuse. Il se trouve que *le Mammouth n'a pas du tout existé ni en Scandinavie, ni en Finlande, ni dans les provinces baltiques*, mais qu'en même temps il avait une grande extension vers l'extrême Nord-Est de la Russie jusqu'aux bords de l'Océan Glacial arctique et qu'il vivait en même temps sur les îles Britanniques actuelles. Quelles sont donc les causes qui ont amené sa répartition si capricieuse en Europe ? On a une réponse fort précise si l'on compare la carte de la répartition du Mammouth avec la carte de l'extension des dépôts intermorainiques examinée plus haut. En Europe, le Mammouth n'existait pas précisément au delà des limites de ces dépôts intermorainiques, c'est-à-dire, en parlant autrement, c'est le manteau glaciaire continuant à recouvrir les provinces baltiques, la Finlande et la

Scandinavie pendant l'époque interglaciaire helvétio-neudekienne, qui servait d'obstacle à son extension.

Une autre carte, que j'ai composée de la même manière, est *celle de l'extension des stations paléolithiques de l'Homme préhistorique en Europe*, Homme contemporain du Mammouth. En l'examinant, nous devons répéter tout ce qui a été dit à propos de la carte de l'extension du Mammouth. *L'Homme paléolithique n'a vécu ni dans les provinces baltiques, ni en Finlande, ni en Scandinavie,* parce que ces parties de l'Europe se trouvaient alors sous la glace.

Cependant, le Mammouth (*Elephas primigenius*) et l'Homme paléolithique (de la seconde moitié du Paléolithique) sont considérés, en toute justice, comme les représentants les plus caractéristiques précisément de l'époque interglaciaire helvético-neudekienne.

De tout ce qui vient d'être dit, il s'ensuit que les dépôts interglaciaires ne sont pas le résultat d'oscillations locales, partielles, non simultanées, des parties marginales du manteau glaciaire, mais qu'ils représentent des *mouvements généraux séculaires*, *simultanés*, *grandioses sur toute l'étendue*, *mouvement de retrait et ensuite d'avancement du manteau glaciaire*, indépendants de ses oscillations locales marginales.

Quelles sont donc les causes *générales* qui ont pu provoquer le changement des époques glaciaires et interglaciaires?

Revenons à la théorie sus-décrite de la provenance des périodes glaciaires et supposons que la barrière latitudinale de terre ferme qui servait de clôture à l'Océan Glacial ait commencé à *s'affaisser* temporairement dans une direction méridienne dans l'une de ses parties (probablement vers l'Ouest des îles Britanniques) et que, comme résultat, il y ait eu renouvellement de communication entre les eaux de cet océan et celles de l'Océan Atlantique. Il est hors de doute qu'alors les courants chauds équatoriaux de ce dernier auraient créé avec le temps dans l'Océan Arctique des conditions pareilles à celles qu'on observe à présent, par exemple près des bords de la Scandinavie baignés par le Gulfstream. Les manteaux glaciaires continentaux auraient aussi commencé à diminuer et à reculer, réduisant leurs dimensions. Un nouveau *soulèvement* et une nouvelle clôture de l'Océan Glacial amèneraient certes un renouvellement du régime glaciaire précédent, et les glaciers continentaux recommenceraient à croître et à s'étendre. Pour parler brièvement, nous aurions dans le cas donné précisément le tableau général qui caractérise tous les effets et tous les événements de l'époque interglaciaire.

Cependant, la *supposition* que nous avons faite des affaissements méridiens de la terre ferme durant la période glaciaire était un *fait* en réalité et avec cela un fait non exclusif, non unique même et fort *caractéristique*. Maintenant on a positivement établi que chaque époque interglaciaire a été accompagnée par des *transgressions marines* précisément *méridiennes*.

Pendant l'époque helvético-neudekienne, ces transgressions furent particulièrement nombreuses et étendues. En Europe, par exemple, on a pendant cette époque les transgressions principales suivantes (toutes dans le sens méridien) : vers le Sud de la mer du Nord, vers le Sud de la mer Baltique, vers le Sud de la mer Blanche et de l'Océan Glacial, vers le Nord de l'Aralo-Caspien (ces deux dernières ont été particulièrement étendues).

De la sorte *les affaissements méridiens durant les époques interglaciaires étaient des effets généraux et se trouvaient en liaison mutuelle, directe, ininterrompue.*

Je reviens à l'examen postérieur de l'histoire de la dernière période glaciaire. Le fait que c'est justement à ce temps que se rapporte visiblement la séparation définitive de la faune et de la flore européennes et nord-américaines, est la confirmation de la supposition sus-indiquée de l'affaissement méridien, durant l'époque helvético-neudekienne, vers le Sud des îles Britanniques actuelles.

Le temps de cet affaissement méridien, qui sans aucun doute fut très prolongé, fut de nouveau remplacé par une époque de soulèvement méridien qui referma l'Océan Glacial arctique, mais pour cette fois pour un laps de temps relativement court ou, plus justement, d'une façon incomplète. Le manteau glaciaire qui, durant l'époque précédente de l'affaissement, n'avait pas eu le temps de reculer hors des provinces baltiques, de la Finlande, etc., recommença à se développer et à s'étendre, quoique pour cette fois le territoire regagné fût incomparablement moindre et que l'époque même du régime glaciaire fût visiblement considérablement moins longue que la précédente. C'est approximativement à cette époque que l'Amérique du Nord fut temporairement reliée au Nord-Est de l'Asie (v. plus haut).

C'est ici que j'en finis de l'examen de l'histoire de la dernière période glaciaire.

Il suffit de ce qu'il a été dit pour faire une déduction générale :

La période glaciaire en Europe et dans l'Amérique du Nord a été provoquée par un soulèvement latitudinal, géologiquement long, de la croûte

terrestre, isolant l'Océan Glacial arctique des courants chauds équatoriaux de l'Océan Atlantique; quant aux époques glaciaires et interglaciaires, elles correspondent aux époques des mouvements oscillatoires séculaires de cette barrière latitudinale, donc les premières correspondent aux époques du soulèvement latitudinal maximal et à la clôture plus ou moins parfaite de l'océan polaire, les secondes aux époques des affaissements méridiens et à la communication temporaire des eaux des deux océans.

Pour conclure, encore quelques mots spécialement sur les *oscillations du manteau glaciaire*, c'est-à-dire sur les variations partielles locales de ses parties marginales.

Dans la périphérie de chaque ancien manteau glaciaire, on observe toujours de nombreuses *moraines frontales* [1], disposées tantôt en rangs parallèles, tantôt s'entrecroisant dans diverses directions, parfois très petites en longueur et en développement, tantôt, au contraire, relativement fort longues et fort développées, etc.; à mesure de l'éloignement de la périphérie dans la direction du centre glaciaire, ces moraines sont de plus en plus rares et disparaissent bientôt presque complètement, et, sur d'énormes étendues, on ne trouve plus que l'extension de la moraine de fond du glacier donné.

Cette régularité dans la répartition des moraines frontales est particulièrement marquée clairement chez nous dans la Russie d'Europe, où les manteaux glaciaires saxonien et polono-mecklembourgeois avaient le plus grand développement et la plus grande extension (voir, par exemple, la carte des moraines frontales de la glaciation saxonienne, composée par P.-A. Futkowsky pour les gouvernements de Kiev et de Wolhynie, et pour la glaciation polono-mecklembourgeoise, les cartes de A.-B. Missuna des gouvernements de Wilna, de Minsk, de Witebsk et de Fwer).

Il est indubitable que chaque moraine frontale, pour être formée, exige un certain mouvement d'avancement quoique d'une partie marginale correspondante quelconque du manteau glaciaire et que, ensuite,

---

[1] Ces moraines, représentant de magnifiques barrages naturels, retenaient habituellement les eaux de fonte du manteau glaciaire reculant, en formant des systèmes entiers d'innombrables étangs de grandeur variée; et comme, de la sorte, la provenance de ces étangs est reliée avec les moraines frontales, les uns et les autres forment une zone commune dans la périphérie de chaque ancien manteau glaciaire. Il va de soi que, dans la périphérie des glaciations les plus anciennes, les moraines frontales ainsi que les étangs n'existent plus maintenant dans beaucoup de cas, étant effacés et détruits par le temps ou ensevelis sous les dépôts postérieurs.

pour être déposée, un mouvement contraire de recul de la même partie du manteau glaciaire est nécessaire.

De la sorte, *chaque moraine frontale témoigne d'un certain mouvement oscillatoire d'une partie plus ou moins considérable du manteau glaciaire.*

Si nous observons sur un espace *restreint* la présence de nombreuses moraines frontales, disposées avec cela dans des directions diverses, nous avons le droit de conclure que, en cette localité, il y a eu de nombreux mouvements oscillatoires de petites portions isolées du manteau glaciaire, mouvements conformes dans leurs directions aux détails du relief local et aux autres conditions physico-géographiques.

Là où, au contraire, nous observons sur une *grande* étendue de grandes moraines frontales d'une extension ininterrompue, nous déduisons que, en ce cas, un mouvement oscillatoire d'une partie relativement plus considérable du manteau glaciaire a eu lieu.

La puissance (hauteur et largeur) et le développement de la moraine frontale indiquent aussi, au moins dans un très grand nombre de cas, la *dimension du mouvement oscillatoire* qu'elles représentent.

En prenant tout cela en considération, il est nécessaire de distinguer les susdites moraines frontales dans les périphéries des glaciations saxonienne et polono-mecklembourgeoise, moraines relativement faiblement développées, peu étendues en longueur et fort variées par leur direction, ne témoignant que des mouvements locaux des bords du manteau glaciaire, de distinguer, dis-je, ces susdites moraines des moraines grandioses par leur développement intérieur et par leur structure, s'étendant d'une manière presque ininterrompue sur des distances énormes, dans une direction unique et strictement observée. Les premières nous dessinent le tableau de l'*agonie du manteau glaciaire* qui, avant de commencer un retrait définitif, soutenait pendant un certain temps une lutte avec les conditions climatiques, qui changeaient, et qui tremblait et se démenait comme dans des convulsions par ses parties marginales. Je rapporte au second ordre des moraines frontales la moraine frontale extraordinaire du Sud de la Finlande — *Salpausselkä* — dont on peut suivre la direction strictement observée d'une façon presque ininterrompue par le cap Hangö, les îles Oesel, Dago, à travers tout le milieu de la Suède jusqu'au Sud de la Norvège, c'est-à-dire sur une étendue de plus de 1 000 verstes. Cette moraine frontale, par place tout un système de moraines, majestueuse par son développement, ceignant tout le front du manteau glaciaire scandinave

au moment correspondant de son histoire, témoigne d'*un mouvement oscillatoire très grand, général et simultané*, de ce manteau glaciaire. Un pareil *mouvement général et simultané* du manteau glaciaire n'a pu être provoqué que par une cause *générale séculaire* et non locale, et c'est pour cela que cette moraine frontale, par sa valeur et sa signification, ne peut être mise en rapport qu'avec une nouvelle époque glaciaire qu'elle représente en ce cas; la cause qui l'a provoquée est la même que pour les autres époques glaciaires qui se sont développées mieux et plus fortement, et qui ont autrement marqué leur existence.

La séance est levée à 23 heures.

ANNEXE AU PROCÈS-VERBAL

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE

E. Haug. — **Traité de géologie ; tome II, fascicule 2 : Système jurassique; Système crétacé.** (Librairie Armand Collin, 1910.)

Comme on pouvait s'y attendre de la part de l'auteur des travaux si importants sur la géologie alpine, l'étude des systèmes stratigraphiques de la fin de l'ère mésozoïque est présentée d'une façon magistrale. Les innombrables travaux relatifs à ceux-ci ont été passés en revue, et leurs résultats, classés d'après la méthode de stratigraphie générale exposée au début du tome II, viennent se ranger en une admirable synthèse, qui constitue pour chacun des systèmes la description la plus complète et la plus claire qui ait été fournie jusqu'ici. L'auteur insiste spécialement sur la distinction qu'il a établie entre les différents facies marins, les dépôts néritiques ou côtiers et les dépôts bathyaux, qu'il considère comme les produits de sédimentation formés dans les parties centrales des géosynclinaux.

C'est grâce à cette méthode que l'exposé de la stratigraphie des systèmes jurassique et crétacé peut se suivre sans fatigue. Ce n'est plus une énumération fastidieuse de formations géologiques baptisées de noms plus ou moins artificiels et souvent éphémères. L'auteur a pieusement conservé les dénominations anciennes, du moins pour les grands groupes, tout en leur faisant subir les modifications exigées par les progrès de la science. C'est ainsi qu'il divise le Jurassique en deux sous-systèmes, celui du Lias auquel il rattache le Rhétien, et celui de l'Oolithe. Les sous-divisions correspondent assez bien à celles généralement admises par les géologues français. La compétence bien connue de l'auteur dans l'histoire des Céphalopodes fossiles apparaît

ici d'une façon évidente, autant pour caractériser les différentes zones paléontologiques, que pour établir des conclusions du plus haut intérêt sur l'évolution des bassins marins jurassiques et des différentes provinces zoologiques marines.

Conformément aux autres systèmes, celui de la période crétacée est divisé en trois groupes. Cette modification aux classifications antérieures se justifie par l'importance des formations crétacées, surtout méditerranéennes, et permet un exposé plus complet de l'évolution des transgressions et des régressions si importantes pendant cette époque.

Ce que nous devons surtout louer dans le livre du Prof^r Haug, c'est son souci constant de ne pas limiter la science géologique à un exposé sec et méthodique de la stratigraphie et de la paléontologie, et de toujours nous montrer son but suprême, celui d'atteindre des notions de plus en plus claires sur l'évolution du globe et des organismes qui s'y sont développés. C'est ainsi que les différents dépôts marins ne sont plus simplement étudiés pour eux-mêmes, mais sont présentés successivement comme les témoins de l'évolution du bassin marin où ils se sont formés. En essayant de cette façon de reconstituer les phases si nombreuses de la paléogéographie d'après l'ordre naturel de leur évolution, l'auteur éveille l'intérêt dans l'esprit de l'étudiant, et lui fournit un lien pour relier entre elles les innombrables formations que la science géologique explore sans cesse dans les terres les plus éloignées et parfois si difficilement accessibles.

Il se peut même que l'auteur ait voulu s'avancer trop rapidement dans cette voie et surtout nous présenter les dépôts d'après un schéma trop rigide.

L'océanographie, que les géologues n'ont pas jusqu'ici suffisamment pratiquée, ne fournit pas encore des éléments indiscutables pour la classification des différentes formations géologiques anciennes. Il faut donc se garder de généralisations trop hâtives et surtout trop systématiques. La distinction établie entre les formations néritiques et bathyales est des plus utiles, mais il nous semble que l'auteur a quelque peu perdu de vue les formations abyssales, celles qui se produisent au loin des côtes, dans les vastes étendues des grandes profondeurs océaniques. Peu épaisses et peu fossilifères, elles n'apparaissent pas au premier examen, de sorte qu'il n'en est généralement pas question dans les traités de géologie. Ceux-ci, dans l'état actuel de la science, exposent plutôt ce que l'on pourrait appeler la géologie des synclinaux, comprenant les formations néritiques et bathyales. Il ne faut cependant pas

oublier que le géosynclinal est un schéma géologique dont il est prudent de ne pas abuser. La surface du globe a présenté de tout temps des continents et des océans. Ce sont surtout les zones intermédiaires entre les terres et les mers, siège d'oscillations constantes, que les géologues ont étudiées grâce aux secours de la paléontologie marine. Jusqu'à l'époque de l'expédition du *Challenger* et de celles qui ont suivi, on n'avait aucune notion des dépôts océaniques. Nous savons maintenant que, par leur étendue géographique du moins, elles dépassent incomparablement les formations bathyales et néritiques. Le silence des auteurs s'explique-t-il par l'absence de ces dépôts dans les terrains actuellement déjà étudiés? Leur présence a-t-elle été méconnue? La première hypothèse est la plus probable et tendrait à faire croire que les fonds océaniques sont restés plongés sous les eaux profondes, et que la science géologique n'a pu étudier jusqu'ici que les zones d'oscillations entre les continents et les océans.

Ces considérations générales ont pour but de justifier les remarques qui vont suivre au sujet du résumé par lequel l'auteur termine le chapitre relatif au système jurassique. Il signale, il est vrai, la présence assez fréquente de formations abyssales dans le Jurassique alpin sous forme de schistes à Radiolaires, tout en faisant observer que la présence de ces organismes dans une formation géologique ne suffit pas pour la faire considérer comme une formation abyssale. Mais l'importance surtout paléogéographique de ces formations océaniques n'est guère indiquée, et, d'après ce que nous venons de dire, cela eût été d'autant plus nécessaire qu'il convenait de tenir compte de l'étendue restreinte où on les a constatées, pour ne pas aboutir à des conclusions erronées en se basant exclusivement sur les données fournies par les terrains formés dans les géosynclinaux et sur les versants sous-marins des continents de cette période.

D'un autre côté, quelques lignes seulement sont consacrées aux formations continentales, et cependant, en dehors de l'Europe qui était alors en grande partie recouverte par les eaux des bassins établissant la communication, tantôt à l'Ouest, tantôt à l'Est, entre les transgressions de l'océan Arctique et celles de la mer Méditerranéenne, tous les autres continents de la géographie actuelle se trouvaient émergés. On ne peut donc pas appliquer à l'ensemble de la surface du globe pendant la période jurassique les conclusions qui découlent surtout de l'étude des formations jurassiques de notre continent réduit à cette époque à l'état d'un archipel insulaire. Partout ailleurs l'époque jurassique est essentiellement continentale, et si les formations correspondantes

n'ont pas encore été suffisamment étudiées pour les distinguer complètement de celles des périodes qui précèdent ou qui suivent, il faudrait néanmoins signaler la probabilité de leur existence, afin de pouvoir donner à l'évolution de la période jurassique son véritable caractère de transgression méditerranéenne, d'un côté, et de l'autre, d'une évolution continentale assez semblable à celle de l'époque actuelle.

Il est juste de faire observer que l'esquisse paléogéographique (p. 113) de l'époque jurassique indique clairement l'existence de ces continents, et même, nous semble-t-il, d'une façon exagérée, puisque, à l'exception de la mer Méditerranéenne, les autres bassins du globe sont réduits à de longs canaux marins, les géosynclinaux de l'auteur. Les eaux océaniques auraient été presque totalement localisées dans la mer Méditerranéenne, il est vrai, beaucoup plus étendue que celle d'aujourd'hui. Cette réduction extrême des bassins marins nous paraît peu probable, et déjà cette considération nous est suffisante pour repousser l'idée d'un continent pacifique entouré du géosynclinal circumpacifique, dont l'auteur base l'existence sur des arguments négatifs, c'est-à-dire sur l'absence de dépôts marins jurassiques dans les îles actuelles de l'océan Pacifique. Mais il oublie que la plupart de ces îles ne remontent pas fort loin dans le Tertiaire, ou ne dépassent pas même le Quaternaire, et ne peuvent par conséquent fournir de témoignage pour l'histoire des époques antérieures.

A moins que le volume des eaux océaniques ne fût notablement inférieur à celui des océans actuels, nous nous voyons forcés d'admettre l'existence d'un bassin pacifique, correspondant à celui que nous connaissons, surtout que l'océan Atlantique, d'après les données stratigraphiques des continents qui l'entourent, n'occupait à l'époque jurassique que la partie au Nord de l'équateur, répondant à la zone méditerranéenne. Il est probable que l'océan Pacifique n'atteignait pas encore l'emplacement des Andes depuis la Colombie jusqu'au Pérou, ainsi que le fait très bien ressortir M. Haug pour les différents étages jurassiques et crétacés, et que, d'un autre côté, le versant pacifique de l'Amérique septentrionale et centrale constituait un bassin marin où l'on constate alternativement des influences pacifiques, méditerranéennes et même boréales pour les côtes du Pacifique septentrional. Cet océan ne s'étendait donc pas aussi loin dans la direction de l'Est qu'aujourd'hui, mais, en tout cas, il est difficile d'admettre que ce facteur important de la tectonique actuelle du globe n'eût pas fait son apparition dès l'époque mésozoïque.

Il semble, du reste, qu'il communiquait largement avec la partie de l'océan Indien comprise entre la péninsule indienne et la côte occidentale de l'Australie, puisque des ammonites crétacées récoltées par l'Expédition suédoise à la Terre de Graham permettent d'établir une communauté faunique qui s'étend depuis la Colombie britannique, le Japon, la côte Sud-orientale de la péninsule indienne, la Terre de Graham au Sud des Andes patagoniennes et jusqu'à Quiriquina, île de la baie de Concepcion sur le versant pacifique de cette même chaîne. La différence qui distingue la faune de Quiriquina de celle du Pérou montre que la mer du Sud ne se confondait pas comme celle d'aujourd'hui avec les eaux équatoriales sur l'emplacement actuel des Andes, la faune péruvienne présentant des caractères méditerranéens, celle du Sud, des caractères indo-pacifiques. Cette distinction nous permet d'identifier deux grandes aires océaniques jurassiques et de constater l'extension considérable que les eaux du Pacifique ont conquise depuis l'ère mésozoïque sur l'hémisphère antarctique.

Mais cet essai de démonstration de l'océan Pacifique mésozoïque ne doit pas nous entraîner trop loin. Si nous ne pouvons admettre le géosynclinal circumpacifique, nous nous faisons un devoir de reconnaître que la méthode appliquée par le Prof^r Haug au groupement des données stratigraphiques, s'inspirant des données nouvelles de la science océanographique, contribue largement à nous donner des vues plus claires sur l'évolution géologique du globe. V. D. W.

REPRODUCTION DU PANNEAU

exposé à la Section d'Hydrologie scientifique de l'Exposition internationale de Bruxelles 1910.

RÉSUMÉ DES CONNAISSANCES ACQUISES

SUR LA

CIRCULATION DE L'EAU DANS LE SOL ET LE SOUS-SOL

APPLICATION A LA RECHERCHE ET A L'UTILISATION DES EAUX SOUTERRAINES POUR L'ALIMENTATION

PAR

René d'ANDRIMONT

Ingénieur des mines

Ingénieur-géologue (A. I. Lg.)

Professeur de géologie et d'hydrologie à l'Institut agricole de l'État.

I. — L'eau contenue dans le sol et le sous-sol provient de l'atmosphère.

L'eau atteint le sol :

1° Par condensation dans l'air suivie de chute;

2° Par condensation directe à la surface et dans les interstices du sol.

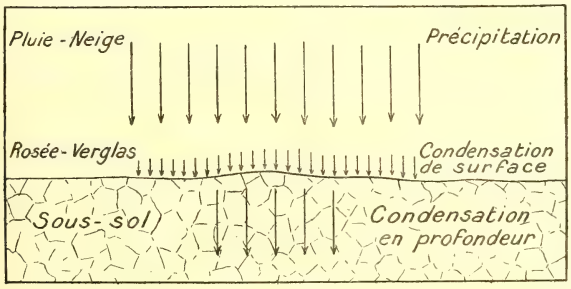


Fig. 1.

II. — Destination des eaux qui atteignent le sol.

L'eau qui atteint le sol se divise en trois parties :

A. Une partie se réévapore directement à la surface ou retourne à l'atmosphère après avoir pénétré à une certaine profondeur : *période dite des échanges;*

B. Une partie ruisselle et alimente les cours d'eau;

C. Une partie s'infiltre à travers les terrains perméables jusqu'à la rencontre d'une couche imperméable : *période dite de descente.*

L'eau s'accumule dans les interstices du sous-sol, au-dessus de cette couche imperméable, et forme une nappe aquifère qui s'élève jusqu'au niveau des déversoirs naturels que l'on appelle sources : *période dite de circulation dans la nappe.*

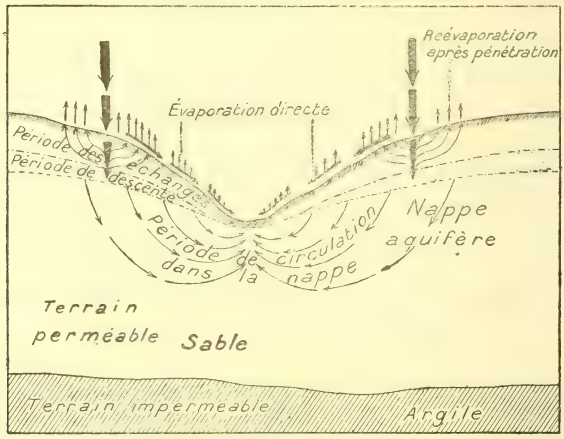


Fig. 2.

III. — Les condensations atmosphériques.

La quantité d'eau qui atteint le sol et par conséquent la proportion qui s'infiltre dépend :

1° *Du climat.* On distingue :

A. Le climat chaud et sec (Sahara) : l'infiltration est minima;

B. Le climat chaud et humide (Congo) : l'infiltration est relativement faible, l'évaporation est importante, le ruissellement est intense parce que les précipitations sont brusques et rapides;

C. Le climat froid et sec (Sibérie) : l'infiltration est moyenne;

D. Le climat froid et humide (Belgique) : la réévaporation est faible, l'atmosphère est fréquemment saturée, les périodes pluvieuses sont longues, l'infiltration est permanente et importante.

2° *Du relief.*

Les chaînes de montagnes condensent les eaux de l'atmosphère; une forte pente favorise le ruissellement.

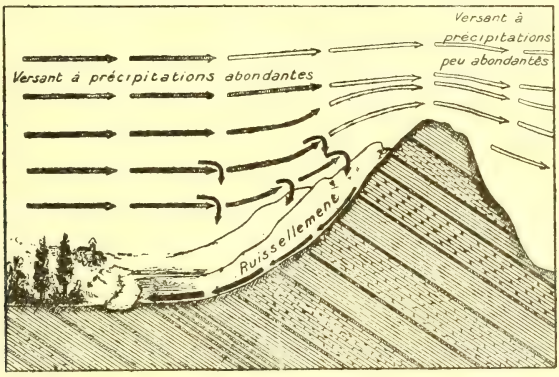


Fig. 3.

3° *De la végétation.*

La végétation augmente les chutes pluviales; elle arrête le ruissellement, mais soustrait de l'eau à l'infiltration pour son alimentation propre; en résumé :

La végétation arrête l'eau près de la surface, accumule l'eau pendant la période des échanges et forme des relais à la circulation générale.

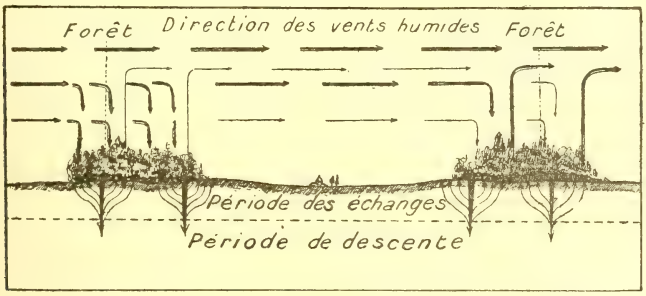


Fig. 4

IV. — L'infiltration.

L'eau qui descend et s'accumule dans le sol et le sous-sol s'y trouve sous divers états.

Lorsqu'elle s'infiltre et descend dans un terrain *perméable en grand* (cailloux, roches fissurées), elle descend par égouttement dans les vides visibles et circule lentement dans les pores microscopiques de la roche.

Dans un terrain *perméable en petit* (terrain meuble), l'eau peut se trouver sous trois états :

1° *A l'état apparemment sec,* les grains n'adhèrent pas les uns aux autres, l'eau se trouve dans les micropores des grains et peut être expulsée par calcination : 1 % à 5 % d'eau (fig. 5).

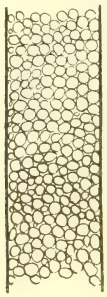


Fig. 5.
État sec.

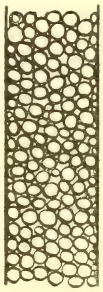


Fig. 6.
État pelliculaire.
Circulation d'air.

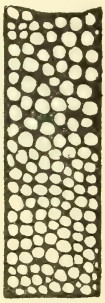


Fig. 7.
État capillaire.

2° *A l'état pelliculaire,* le terrain est humide mais non boueux; les grains adhèrent les uns aux autres; chaque grain est entouré d'une mince pellicule qui peut cheminer d'un grain à l'autre.

L'air peut circuler entre les grains (fig. 6).

3° *A l'état capillaire,* le terrain est boueux; les grains adhèrent encore les uns aux autres. Tous les vides sont remplis par de l'eau.

Lorsqu'il y a trop d'eau pour les vides, les grains n'adhèrent plus et le terrain est *boulant* (fig. 7).

* * *

Quand il pleut sur un terrain perméable en petit (meuble), l'absorption se produit :

Soit comme dans du sable; une tranche imbibée capillairement

descend, il ne reste à la surface que du sable imbibé pelliculairement; il ne se forme pas de boue à la surface.

Soit comme dans du limon; l'imbibition capillaire persiste à la surface, l'imbibition pelliculaire continue en profondeur; la boue persiste à la surface.

L'eau circule même dans les terrains pratiquement imperméables (argiles, marnes, schistes).

* * *

La quantité d'eau qui s'infiltre dépend de la nature du terrain. Elle circule d'autant plus rapidement que les vides ou interstices de la roche sont grands et abondants. Pour les terrains meubles, la circulation est maxima dans les graviers, minima dans les argiles, intermédiaire dans les limons et sables.

* * *

A. Période des échanges. — L'eau infiltrée peut être restituée à l'atmosphère tant qu'elle n'a pas pénétré à une profondeur suffisante.

Cette restitution se produit pendant la période des échanges.

Il se produit :

1° Une évaporation et un appel d'eau à la surface par capillarité; cette évaporation est favorisée par une température élevée, par le vent, par la siccité de l'air;

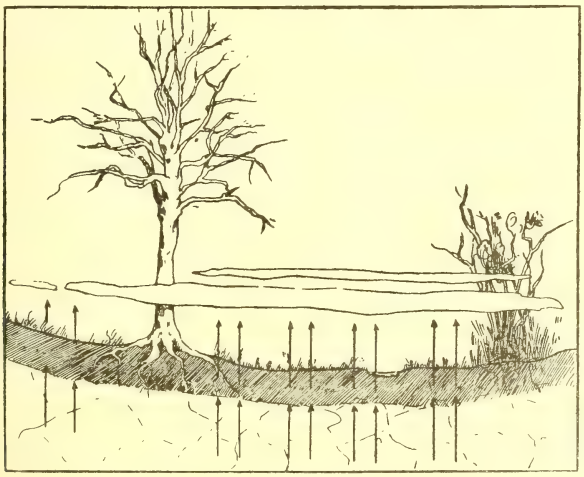


Fig. 8.

2° Un échange d'air entre le sol et l'atmosphère. L'air qui sort du sol entraîne l'eau à l'état de vapeur. Des émanations de vapeur d'eau

sortent du sol et se condensent en brouillard à la tombée de la nuit au-dessus des terrains humides (fonds de vallées);

3° Une reprise d'eau par la végétation.

La période des échanges est terminée à la profondeur où tout retour à l'atmosphère est impossible. La proportion définitivement acquise au sous-sol (à la nappe aquifère) est dès lors réglée.

On détermine en pratique cette proportion et la longueur de la période des échanges par des instruments appelés perméomètres, lysimètres. Ce sont des pluviomètres enregistreurs placés sous terre (fig. 9).

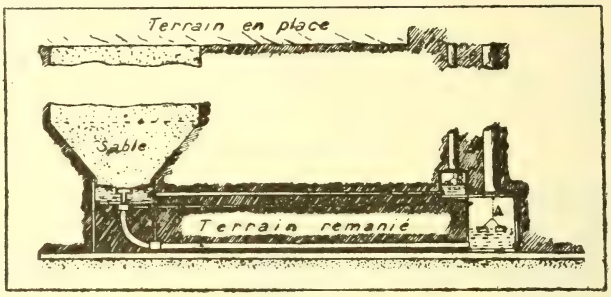


Fig. 9.

En moyenne, il s'infiltre définitivement de 20 à 40 % de la hauteur de l'eau tombée.

Dans les terrains perméables en grand (cailloux, roches fissurées), la période des échanges est de courte durée, mais les retours à l'atmosphère se produisent jusqu'à grande profondeur.

Dans les terrains perméables en petit (meubles), la période des échanges est de longue durée, mais les retours à l'atmosphère ne peuvent se produire que jusqu'à faible profondeur.

Exemple :

Dans le limon hesbayen, les retours à l'atmosphère se produisent jusqu'à 3 mètres de profondeur.

La période des échanges dure de vingt à trente jours.

*
* *

B. Période de descente. — La période dite « de descente » succède à la période des échanges.

La proportion qui s'infiltre est réglée au cours de la période des échanges.

Dans les terrains perméables en grand (cailloux, roches fissurées),

l'eau descend visiblement par égouttement. La vitesse de descente est grande.

Dans les terrains perméables en petit (meubles), l'eau descend à l'état pelliculaire. La vitesse de descente est faible.

On ne voit pas l'eau circuler. La pellicule d'eau chemine d'un grain à l'autre.

La vitesse de descente (seul élément à déterminer) peut se mesurer à l'aide d'instruments spéciaux (perméomètres).

L'eau met généralement plusieurs mois pour atteindre la profondeur où elle s'amasse pour former une nappe aquifère (3e période).

Les nappes aquifères se relèvent généralement au printemps, plusieurs mois après la période pluvieuse de l'hiver.

V. — Période de circulation dans la nappe.

A. Nappes libres. — L'eau s'accumule dans le sous-sol au-dessus des terrains pratiquement imperméables et forme des nappes aquifères.

L'eau s'accumule à l'état capillaire.

Elle remplit tous les vides.

Elle s'accumule jusqu'à ce qu'elle rencontre un trop-plein (source, terrain marécageux).

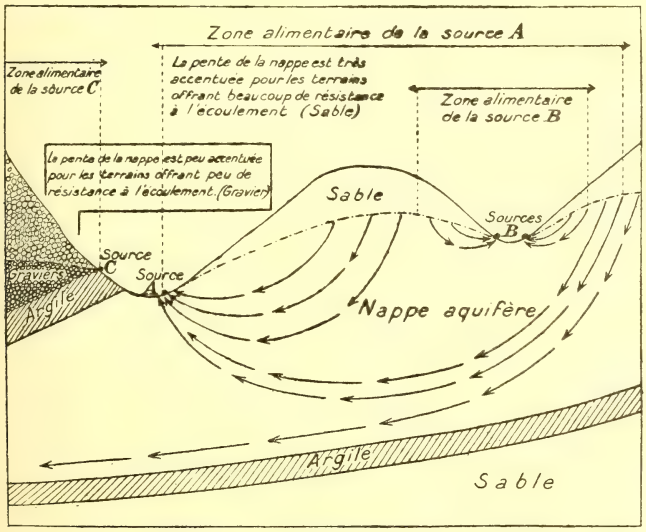


Fig. 10. — Exemple de diverses circulations dans le sous-sol (dans les nappes aquifères).

L'eau circule dans la nappe parce qu'elle est réalimentée par l'infiltration et qu'elle s'écoule par les trop-pleins.

Si l'eau circulait sans résistance, la nappe s'étalerait horizontalement et les filets liquides seraient parallèles.

Comme l'eau rencontre une résistance à l'écoulement (frottement contre le terrain), la nappe a une forme bombée. Les filets liquides ne sont plus parallèles.

Le bombement est plus accentué pour les terrains offrant plus de résistance (terrains à petits éléments).

Un trop-plein (source) produit une zone déprimée dans la nappe d'autant plus étendue que le terrain offre peu de résistance.

Toute l'eau d'infiltration qui atteint une zone déprimée se rend vers le trop-plein (source) qui la produit.

*
* *

B. Nappes captives. — L'eau s'amasse sous un terrain imperméable qui la retient.

Si l'on perce le toit imperméable par un forage, l'eau remonte dans le trou.

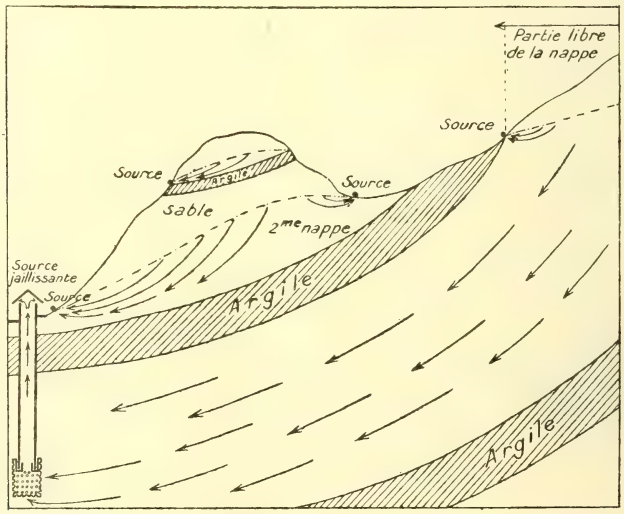


Fig. 11.

Si elle remonte assez haut pour s'écouler à la surface, on dit que le puits est artésien.

VI. — Qualité de l'eau.

A. Microbes. — L'eau de surface est généralement polluée; elle acquiert sa pureté au fur et à mesure de sa descente dans le sol.

Les terrains perméables en grand sont de mauvais filtres. Les microbes passent (fig. 12).

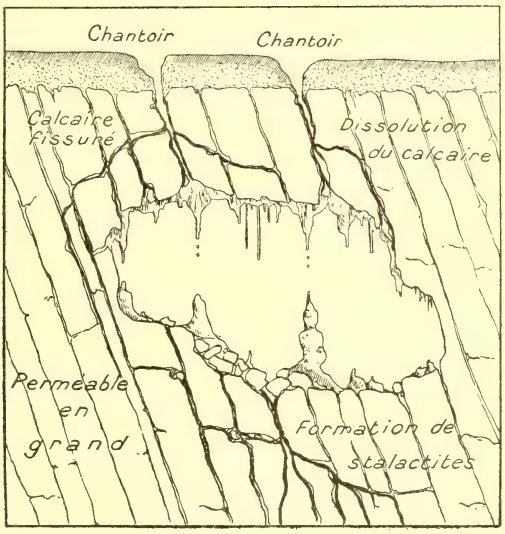


Fig. 12. — Exemple d'un terrain perméable en grand par ses fissures non filtrantes.

Les terrains perméables en petit sont de bons filtres ; les microbes sont arrêtés par la circulation de l'eau à l'état pelliculaire.

Un cas fréquent est celui d'une roche fissurée recouverte par un terrain meuble filtrant préalablement l'eau.

Les terrains perméables en grand peuvent, par leurs fissures, constituer un filtre si les fissures sont remplies par un résidu provenant de la désagrégation ou de la dissolution de la roche (fig. 13).

La filtration fractionnée obtenue par le dispositif ci-dessous (étude faite par M. Cosyns à la demande de l'auteur) permet de recueillir une portion de l'eau qui filtre à travers un terrain déterminé à toutes les profondeurs et d'en déterminer la teneur bactériologique (fig. 14 et 15).

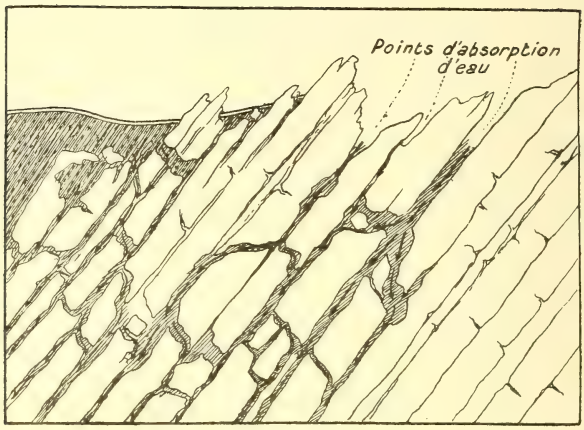


Fig. 13. — Exemple d'un terrain perméable en grand dont les fissures sont remplies d'un résidu filtrant.

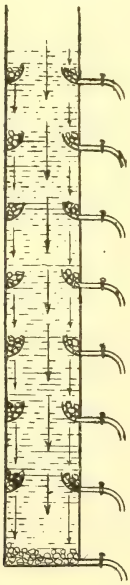
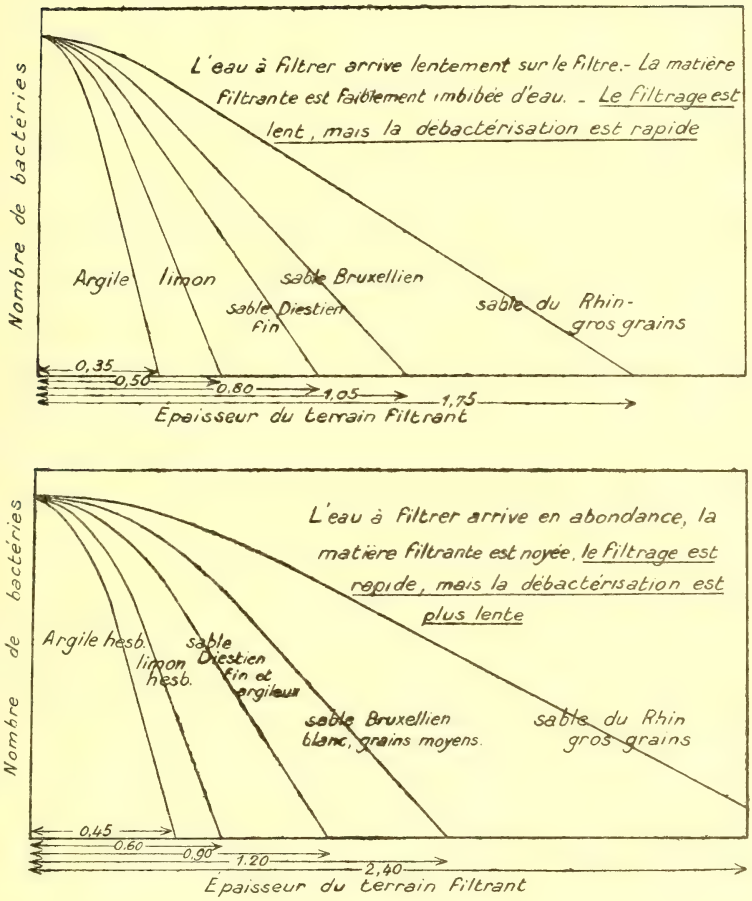


Fig. 14. — Colonne pour filtration fractionnée, dispositif G. Cosyns.

Étude graphique du pouvoir filtrant des terrains meubles.



L'eau à filtrer est additionnée d'une culture concentrée de bactéries.

Le nombre de bactéries décroît en raison directe de l'épaisseur et du pouvoir filtrant.

0 bactéries eau pure.

Fig. 15. — Courbes montrant que le nombre de bactéries décroît avec l'épaisseur et la nature du terrain filtrant.

B. Matières en dissolution. — L'eau dissout sur son chemin les matières qu'elle rencontre.

Elle dissout d'autant plus qu'elle descend profondément.

Si ces matières proviennent des terrains eux-mêmes, non contaminés, elles peuvent être désagréables pour la consommation, mais non dangereuses. Exemple : le calcaire donne des eaux calcareuses, dures.

Si ces matières proviennent d'organismes vivants, spécialement de l'homme, elles peuvent être l'indice d'une contamination microbienne possible.

Tels sont : le sel, les nitrates, les nitrites, l'ammoniaque, les matières organiques.

VII. — Application à l'agriculture.

Période dite « des échanges ».

La plante assèche le terrain autour de ses racines (diminue l'épaisseur de la couche d'eau pelliculaire qui entoure les grains).

L'eau se dirige vers la plante en lui amenant des matières nutritives (fig. 16).

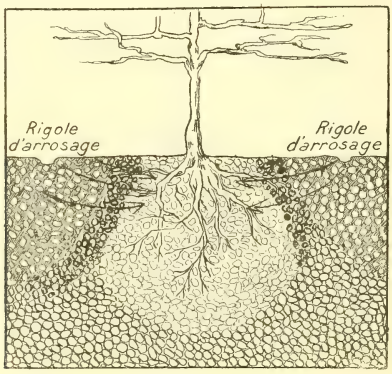


Fig. 16.

La quantité de matières nutritives amenée dépend de la proportion d'eau et de sa vitesse de circulation.

La vitesse ne croissant pas toujours avec la proportion d'eau, il existe un degré d'imbibition qui amène le maximum de matières nutritives à la plante.

Ces recherches conduisent à l'étude rationnelle des irrigations et des drainages.

VIII. — Utilisation des eaux souterraines pour l'alimentation.

Il faut déterminer, en pratique, pour chaque cas particulier :

1° Les niveaux géologiques au-dessus desquels s'amassent les eaux souterraines, qui dépendent de la situation relative des couches imperméables et perméables;

2° L'épaisseur des nappes ou bien la profondeur au-dessous du sol où l'on rencontrera de l'eau; cette profondeur dépend du niveau des trop-pleins ou sources ;

3° La quantité d'eau que l'on peut puiser d'une nappe sans diminuer sa réserve, c'est-à-dire la quantité dont elle peut être réalimentée ; cette quantité dépend de la proportion qui s'infiltre et de la surface de la zone alimentaire ;

4° La vitesse de réalimentation, qui dépend surtout de la perméabilité des terrains ;

5° La qualité, qui dépend de la qualité et de la continuité du filtre naturel constitué par les terrains meubles de la surface.

IX. — Captages.

Il existe deux types de captages : les puits et les galeries drainantes (fig. 17).

Un captage est un exutoire, un trop-plein, une saignée artificielle faite à une nappe.

Un captage déprime la nappe dans ses environs (fig. 17).

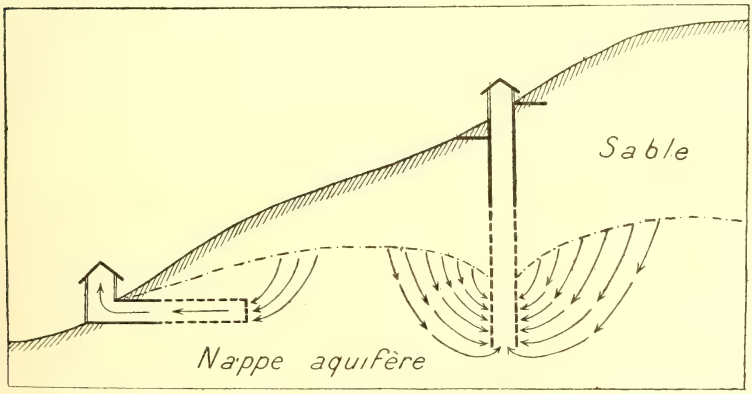


Fig 17.

Toute l'eau d'infiltration qui atteint la zone déprimée (zone alimentaire) se rend vers le captage (fig. 18).

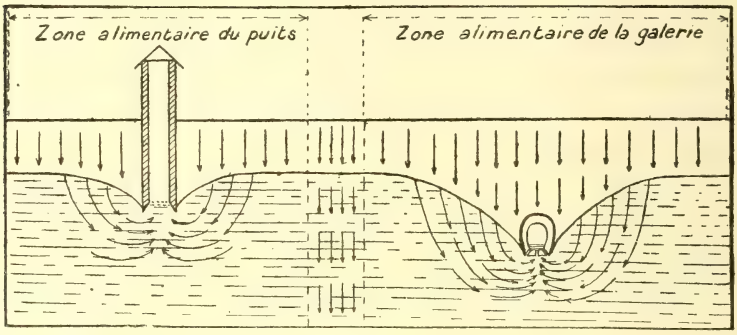


Fig. 18.

Pour une profondeur d'immersion identique dans la nappe, un captage provoque la formation d'une dépression d'autant plus étendue et fournit d'autant plus d'eau que le terrain offre moins de résistance, c'est-à-dire qu'il est plus perméable (fig. 19).

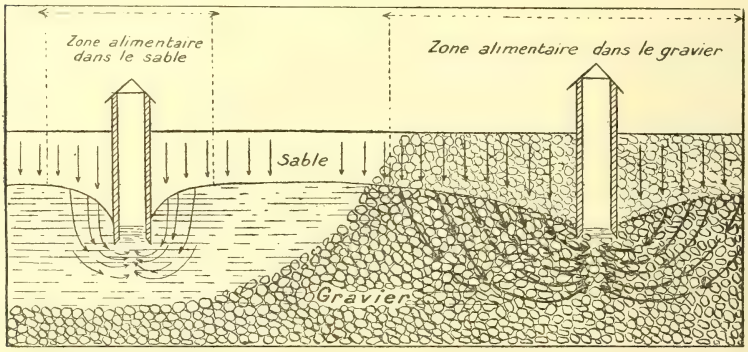


Fig. 19.

Dans un même terrain, un captage fournit d'autant plus d'eau que sa profondeur d'immersion est plus grande (fig. 20).

Quand l'eau est contenue dans un terrain meuble, celui-ci peut envahir le puits; on établit alors un puits filtrant qui laisse passer l'eau en retenant le terrain meuble (fig. 21).

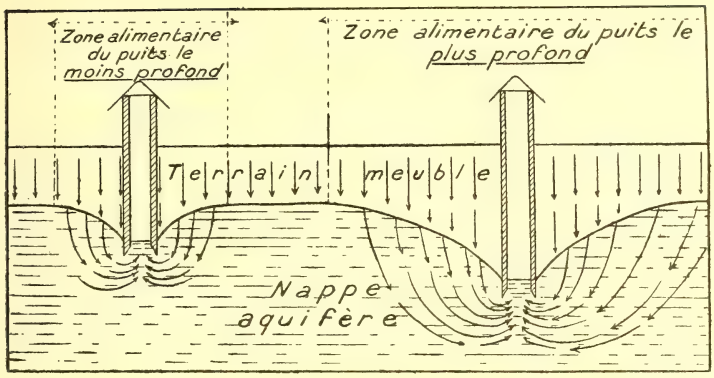


Fig. 20.

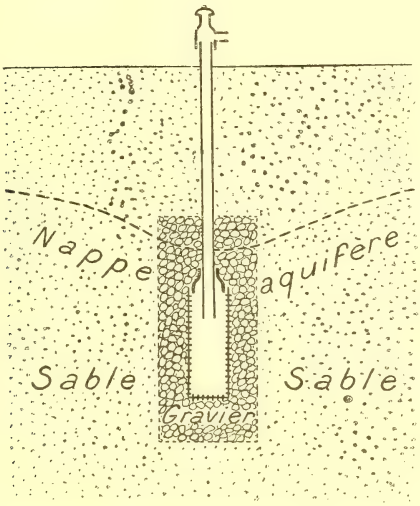


Fig. 21. — Puits filtrant.

X. — Exemples de nappes et de captages.

A. Terrain uniformément perméable en petit (meuble) reposant sur un terrain imperméable (fig. 22).

B. Terrain uniformément perméable en grand (craies, calcaires, grès) (fig. 23).

Quand il existe une direction de fissuration prépondérante, les galeries de captage doivent être creusées de façon à recouper les fissures.

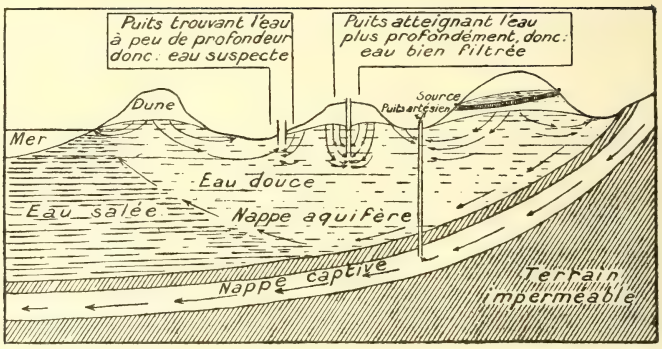


Fig. 22.

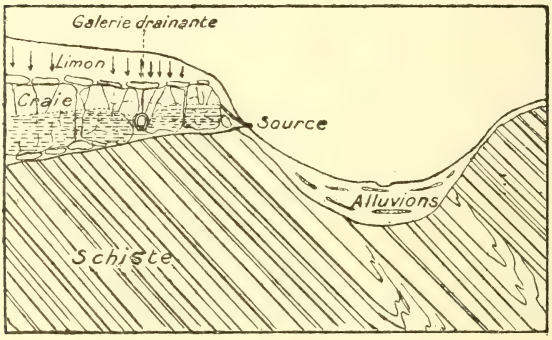


Fig. 23.

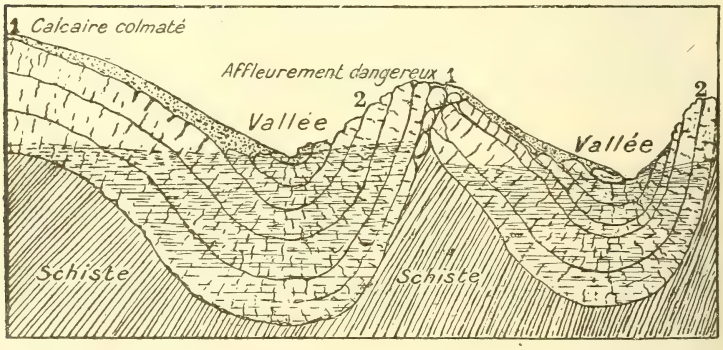


Fig. 24.

C. Cas spécial des calcaires (fig. 24).

1° Les eaux qui s'amassent dans les fissures des calcaires sont de bonne qualité si le bassin alimentaire est recouvert d'un filtre naturel suffisant;

2° Les affleurements rocheux sont des points dangereux où l'eau peut être absorbée sans filtration, à moins que les cassures de la roche ne soient remplies d'un résidu meuble constituant un filtre.

D. Alternances de couches perméables et imperméables en terrain redressé (fig. 25) :

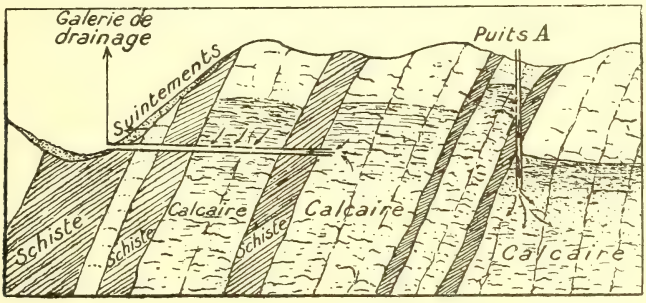


Fig. 25.

L'eau s'amasse à des niveaux différents dans les diverses couches perméables;

En approfondissant le puits A, par exemple, il peut perdre son eau qui s'écoulera en contre-bas dans la nappe suivante;

Le meilleur moyen de captage est une galerie creusée perpendiculairement aux couches aquifères.

E. Terrain imperméable (fig. 26) :

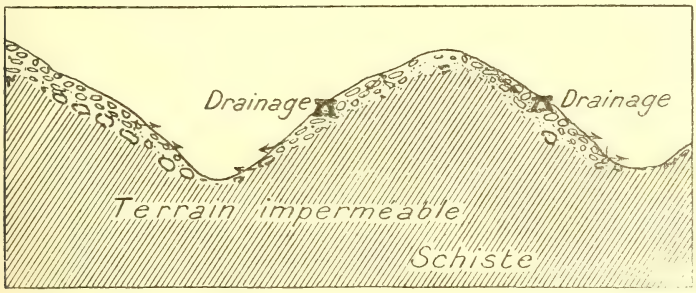


Fig. 26.

Il n'existe pas de véritable nappe, mais bien des suintements nombreux à peu de profondeur dans la rocaille, s'il en existe.

Pour recueillir l'eau, il faut établir des drains suivant des lignes de niveau.

Les eaux sont mal filtrées.

E. Hydrologie des vallées (fig. 27) :

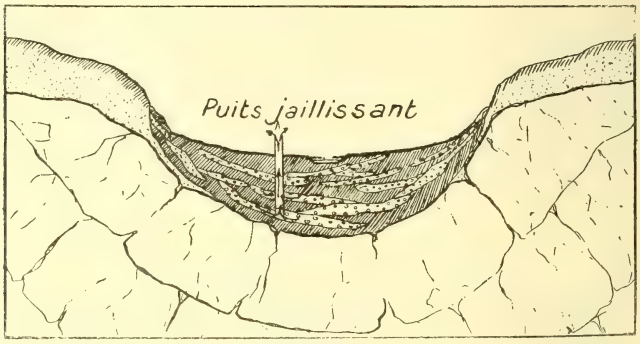


Fig. 27.

Il existe dans les alluvions des couches de gravier lenticulaires et irrégulièrement distribuées.

Ces couches contiennent de l'eau, souvent sous pression, venant d'amont.

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 19 JUILLET 1910

Distinctions honorifiques 241
Approbation du procès-verbal de la séance de juin 241
Correspondance. 241
Dons et envois reçus 244
Élection de nouveaux membres 246

Communications des membres :

A. Salée. Nouvelles recherches sur les Polypiers du Calcaire carbonifère de la Belgique. Le genre Caninia. (Inséré aux *Mémoires in-4°.*) 246

H. de Dorlodot. Relations entre l'échelle stratigraphique du Calcaire carbonifère de la Belgique et les zones paléontologiques d'Arthur Vaughan, d'après les recherches récentes 247

J. Lorié. Le Diluvium de l'Escaut. (Inséré aux *Mémoires.*) 290

G. Schmitz, S. J., et **X. Stainier.** La géologie de la Campine avant les puits des charbonnages. (Sixième note préliminaire.) 290

N.-J. Krischtafowitsch. Sur la dernière période glaciaire en Europe et dans l'Amérique du Nord en rapport avec la question de la cause des périodes glaciaires en général 292

ANNEXES

E. Haug. Traité de géologie; tome II, fascicule 2. Système jurassique; système crétacé. (Compte rendu bibliographique par V. d. W.) 306

René d'Andrimont. Reproduction du panneau exposé à la Section d'hydrologie scientifique de l'Exposition internationale de Bruxelles 1910 : « Résumé des connaissances acquises sur la circulation des eaux dans le sol et le sous-sol. Application à la recherche et à l'utilisation des eaux souterraines pour l'alimentation. » 311

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 18 OCTOBRE 1910

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

Smithsonian Institution
SEP 11 1911
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

SÉANCE MENSUELLE DU 18 OCTOBRE 1910.

Présidence de M. **E. Maillieux**, *vice-président.*

La séance est ouverte à 20 h. 35.

Décès.

La mort de W. Prinz, enlevé à la science par un mal implacable, a privé la Société d'un de ses collaborateurs les plus éminents. Nous nous étions honorés de recevoir quelques-uns de ses beaux travaux. Le savant professeur avait, depuis de nombreuses années, obtenu de A. Stübel, qu'il avait fait connaître au public de langue française, la précieuse faveur pour notre Société de publier la traduction d'un des ouvrages de cet illustre vulcanologue. Le Bureau espère qu'il sera possible d'honorer la mémoire de Prinz et Stübel par l'impression prochaine de notes laissées par Prinz, accompagnées des clichés que nous avait envoyés Stübel.

La Société de Géographie de Lisbonne fait part à notre Société du décès de son Président, le Prof^r Z. Consiglieri Peclioso.

Distinctions honorifiques.

Le major du génie Willems, membre de notre Conseil, a été promu lieutenant-colonel et nommé directeur du génie au Ministère de la Guerre.

Le capitaine Vantrooyen, répétiteur à l'École militaire, a été nommé capitaine commandant.

Communication du Bureau.

L'assemblée générale de 1909 a décidé que tout membre effectif proposé par un groupe de dix membres au moins dans un délai expirant quinze jours avant l'assemblée générale serait porté candidat au Conseil.

Le Bureau espère que nos confrères voudront bien lui faire connaître leurs vœux avant le 5 décembre.

Les membres effectifs de la Société pourraient adresser individuellement au Secrétariat leurs propositions; celui-ci se chargerait de réunir les suffrages et de consulter les membres proposés sur le point de savoir s'ils acceptent le mandat qu'on se propose de leur confier.

L'assemblée générale aura lieu le 20 décembre; y sont soumis à l'élection : le Président, quatre Vice-présidents, le Secrétaire général et le Secrétaire, un Délégué du Conseil et trois membres du Conseil.

Approbation du procès-verbal de la séance de juillet.

Nos confrères le R. P. G. Schmitz et X. Stainier n'ont pu, pendant les vacances, corriger les épreuves de leur sixième note préliminaire sur *La géologie de la Campine avant les puits des charbonnages.*

On lira plus loin, dans les communications des membres, une note complémentaire à ce travail, envoyée par les auteurs.

M. H. de Dorlodot a envoyé au Secrétariat la rectification ci-dessous :

« M. Gröber me fait remarquer qu'à la page 259 (lignes 10-13) du tome XXIV du *Bulletin*, j'ai écrit une phrase qui semble lui faire dire que toutes les couches de la carrière située à l'Est de la 29e écluse à Arquennes appartiennent au niveau γ de Vaughan, tandis qu'il considère, au contraire, comme plus vraisemblable que les couches supérieures seules de cette carrière, où il a rencontré un polypier qu'il rapporte au *Caninia cylindrica* mut. γ, appartiennent à ce niveau.

» Je ne fais aucune difficulté à reconnaître que M. Gröber s'est, en effet, exprimé très clairement sur ce point et que la rédaction de ma phrase est incorrecte. J'aurais dû la rédiger comme suit :

»« Il est tout à fait certain notamment que les couches de la carrière » située à Arquennes, à l'Est de l'écluse 29, doivent être rangées dans la » zone Z, y compris les couches supérieures de cette carrière que » M. Gröber range à tort au niveau γ de Vaughan (1); en effet, les » couches à cherts qui surmontent ces couches contiennent encore la » faune Z^2 d'Allain. »»

---

(1) Il s'agit, bien entendu, du niveau γ tel que l'entend Vaughan dans sa *Palaeontological Sequence* de 1905, à laquelle se réfère M. Gröber.

Correspondance.

M. A. Rutot, souffrant, et M. E. van den Broeck, empêché, s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

M. Léon Bertrand remercie la Société de l'avoir proclamé membre associé.

Le Ministre des Sciences et des Arts a adressé à la Société, le 30 juillet dernier, le subside du Gouvernement pour la publication du tome XXIII.

Notre confrère V. Brien remet pour la bibliothèque les tirés à part de ses travaux.

Le Bureau hydrométrique fédéral suisse, rattaché jusque maintenant à l'Inspectorat fédéral des travaux publics, nous fait part de son érection en service indépendant sous le nom de « Hydrographie nationale suisse ». Il a bien voulu nous adresser la splendide publication de son directeur Dr J. Epper : *Le développement de l'hydrométrie en Suisse.*

Le Service géographique de l'armée française a bien voulu faire don à notre bibliothèque de : *La Topologie. Étude du terrain*, par le général Berthaut.

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

6109 ... Carta Geral do Estado de Sao Paulo. Escala $^1/_{2\,000\,000}$. Sao Paulo, 1910, 1 feuille.

6110 ... Actas y memorias del Primer Congreso de Naturalistas Espanoles, celebrado en Zaragoza, los dias 7-10 de Octubre de 1908. Saragosse, 1909. Brochure in-8° de 50 pages et 2 figures.

6111 **Alfani, P. G.**, L'Osservatorio Ximeniano e il suo Materiale Scientifico : I (Sezione meteorica). Pavie, 1910. Extr. de *Rivista di Fisica*, etc., XI, sept. 1910, n° 129, 38 pages et 6 figures.

6112 **Alfani, P. G.**, Alcuni studi sulle vibrazioni meccaniche dei fabbricati. Prato, 1910. Extr. de *Osservatorio Ximeniano dei PP. Scolopi.* Firenze, n° 104, 44 pages, 2 planches et 13 figures.

6113 **Carez, L.**, Études géologiques sur la feuille de Mauléon (Basses-Pyrénées). Paris, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. X, pp. 73-90, pl. I-II.

6114 **Dirscherl, K.**, Die Anfänge einer wissenschaftlichen Seenkunde. Munich, 1910. Brochure in-12 de 83 pages et 7 figures.

6115 **Dupureux, etc.**, Mesures à prendre en vue d'empêcher la diminution de la natalité provoquée par des moyens illicites. Bruxelles, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. roy. de Méd. publique et de Topographie médic. de Belgique*, t. XXVIII, 1re partie, 23 pages.

6116 **Fontein, F.**, Onderzoekingen in verband met de afscheiding van foezelolie uit alcoholische vloeistoffen. Delft, 1910. Brochure de 157 pages et 43 figures.

6117 **Furgus, J.**, Antigüedades Iberigas en Aragon. Saragosse, 1909. Extr. du *Bolet. de la Sociedad Arag. de Cienc. Nat.*, t. VIII, n° 2, pp. 34-41, fig. 1-2.

6118 **Lenk, H.**, Ueber die Natur des Erdinnern. Erlangen, 1909. Brochure in-4° de 40 pages.

6119 **Lotti, B.**, Il bacino sorgentifero del fiume Nera. Rome, 1910. Extr. du *Bollet. del R. Comitato geol. d'Italia*, vol. XLI, fasc. 1, 26 pages et 4 figures.

6120 **Maggini, M.**, Osservazioni di Marte (1909). Pavie, 1910. Extr. de *Rivista di Fisica*, etc., XI, nos 123 à 128, 109 pages et 3 planches.

6121 **Merlin, E., et Somville, O.**, Liste des Observatoires magnétiques et des Observatoires séismologiques. Bruxelles, 1910. Extr. des *Public. du Serv. astronom. de l'Observ. royal de Belgique*, 192 pages.

6122 **Navas, L.**, Sobre falsos fosiles. Saragosse, 1909. Extr. du *Boletin de la Soc. Arag. de Cienc. Nat.*, t. VIII, n° 8, pp. 163-167, 2 figures.

6123 **Navas, L.**, El Congreso geologico internacional de Méjico (6-14 sept. 1906). Madrid. Extr. du *Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, December 1906, pp. 517-521.

6124 **Navas, L.**, Linneo en Espana. Homenaje à Linneo en su segundo centenario 1707-1907. Saragosse, 1907. Extr. du *Bol. de la Soc. Arag. de Cienc. Nat.*, 34 pages et 9 portraits.

6125 **Navas, L.**, La Cueva de la Sima en Ricla (Saragosse). Madrid, 1903. Extr. du *Bol. de la Soc. esp. de Hist. Nat*, 4 pages et 1 figure.

6126 **Navas, L.**, La Cueva de Maderuela en Vera (provincia de Zaragoza). Madrid, 1900. Extr. des *Actas de la Soc. esp. de Hist. Nat.*, Diciembre, 15 pages.

6127 **Passau, G.**, Note sur la géologie de la zone des Stanley-Falls et de la zone de Ponthierville. Province orientale (Congo belge). Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVI, Mém., pp. 221-238 et 1 planche.

6128 **Philippesco, D.**, Industrie du pétrole en Roumanie. Liége, 1909-1910. Extr. du *Bull. scientif.*, 12e année, nos 2-6, 118 pages et 5 planches.

6129 **Puech, A.**, La pierre d'achoppement de l'épuration des eaux d'égout et le moyen de la tourner. Paris, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. d'encouragement pour l'industrie nationale*, janvier, 22 pages et 7 figures.

6130 **Renier, A.**, Paléontologie du Terrain houiller. Liége, 1910. Volume in-8° de 26 pages et 118 planches.

6131 **Schardt, H.**, Sur des cristallisations de calcite dans les eaux souterraines. Neuchâtel, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. neuch. des sc. nat.*, t. XXXVII, pp. 158-170, 1 planche et 5 figures.

6132 **Schmutzer, J.**, Bijdrage tot de kennis der postcenomane hypoabijssische en effusieve gesteenten van het Westelijk Müllerbebergte in Centraal-Borneo. Amsterdam, 1910. Volume in-8° de 213 pages, 2 planches et 26 figures.

6133 **Steinmann, G.**, Ueber die Stellung und das Alter des Hochstegenkalks. Vienne, 1910. Extr. des *Mitt. der geol. Gesellsch.*, pp. 285-299 et 2 figures.

6134 **Steinmann, G.**, Ueber gebundene Erzgänge in der Kordillere Süd-Amerikas. Dusseldorf, 1910. Extr. in-4° de 8 pages et 5 figures.

6135 **Thieren, J.**, Note éthologique relative à trois Polychètes nouveaux pour la faune belge. Bruxelles, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. roy. zool. et malac. de Belgique*, t. XLIV, pp. 113-120.

6136 **Thoroddsen, Th.**, De Varme Kilder Paa Island, deres Pysisk-geologiske Forhold og geografiske Udbredelse. Stockholm, 1910. Extr. de *Oversigt over det Kgl. Danske Vidensk. Selskabs Forhandlinger*, pp. 97-257 et 2 planches.

6137 **Van Hasselt, J. F. B.**, Bijdrage tot de kennis der constitutie van het bixine. Haarlem, 1910. Brochure in-8° de 164 pages.

6138 **Van Hoepen, E. C. N.**, De bouw van het Siluur van Gotland. Delft, 1910. Volume in-4° de 161 pages, 8 planches, 16 figures et 1 carte.

6139 **Brien, V.**, Sur la présence de quartz dans le Calcaire carbonifère. Liége, 1903-1904. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, pp. 65-67.

6140 **Brien, V.**, La région de Landelies. Liége, 1905. Extr. des publications du *Congrès intern. des mines, de la métall., de la mécan. et de la géol. appliquée*, 16 pages et 2 planches.

6141 **Brien, V.**, Note sur un fait intéressant au point de vue de l'origine de la dolomie. Liége, 1904-1905. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXII, pp. 51-52.

6142 **Brien, V.**, Description et interprétation de la coupe du Calcaire carbonifère de la Sambre, à Landelies. Liége, 1905. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXII, pp. 239-256 et pl. X.

6143 **Brien, V.**, Les causes de la haute température des eaux rencontrées dans les tunnels inclinés du Charbonnage de Baudour. Liége, 1906. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXIV, pp. 89-92.

6144 **Brien, V.**, Note sur les gisements des environs de Boko-Songo et sur la région minière du Kwilu-Niari (Congo français). Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVI, pp. 13-30 et 8 figures.

6145 **Brien, V.**, La prospection des mines en Afrique. Les gîtes métallifères du Congo belge. Liége, 1910. Extr. des n°s 1 et 2 du *Bull. de l'Assoc des élèves sortis de l'École industr. de Liége*, 31 pages et 2 planches.

6146 **Brien, V.**, Les roches et les alluvions aurifères du bassin de la Dimba (Congo belge). Liége, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVII, pp. 83-98 et 2 figures.

6147 **Brien, V.**, Observations géologiques faites au Mayumbe et au pays des Bassundis (Congo belge) (mars-septembre 1906). Liége, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVII, pp. 235-305, pl. XI-XII et 6 figures.

6148 **Brien, V.**, La coupe du Calcaire carbonifère de la gare de Dinant. Liége, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVII, pp. 3-11, pl. I et 2 figures.

6149 **de Dorlodot, L.**, Contribution à l'étude du métamorphisme du massif cambrien de Stavelot. Liége, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVII, pp. 145-194, pl. VIII et 17 figures.

6150 **Mieg, M.**, Note sur l'âge et l'industrie paléolithique des grottes d'Istein (grand-duché de Bade). Nancy, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. des Sciences*, 10 pages, 2 planches et 3 figures.

6151 **Berthaut (Général)**, Topologie. Étude du terrain. Paris, 1909-1910. 2 volumes grand in-8° de 674 pages, 265 planches et nombreuses figures.

6152 ... Le développement de l'hydrométrie en Suisse. Berne, 1909. Volume in-plano de 161 pages et 99 planches, élaboré et publié par le Bureau hydrométrique fédéral sur l'ordre du Département fédéral de l'Intérieur.

Communications des membres.

Hans Pohlig. — Xylopsaronius. Les premières Filicinées, caractérisées par la formation du bois.

La station de Hilbersdorf, près de Chemnitz, a fourni un grand nombre de Filicinées, Calamites, Cordaïtes et Cycadofilicinées qui ont été l'objet de travaux remarquables de Cotta, Göppert, Steuzel et surtout de Corda. Elle est actuellement inaccessible par suite de la construction de bâtiments récents, mais les travaux de fondation de ceux-ci ont permis à la firme Dr F. Krantz, de Bonn, d'y récolter encore de nombreux fragments de troncs végétaux. Ceux-ci ont été débités en plaques à l'aide de la scie électrique. Il nous sera permis de signaler, parmi les nombreuses observations auxquelles donnent lieu ces préparations, surtout celles qui sont d'un intérêt botanique général.

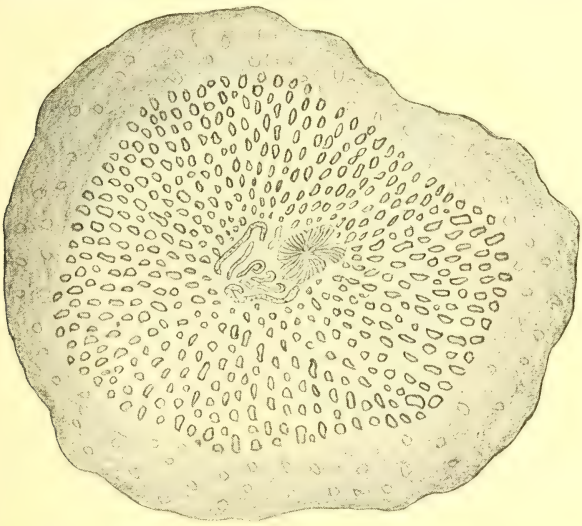


Fig. 1. — *Xylopsaronius (Psaronius) Cottae Corda.* Esquisse de la section transversale (grandeur naturelle : 1/2 fois). Indique la situation du cordon de xylème à côté des plaques fibrovasculaires.

---

(1) Les originaux des figures proviennent du Permien inférieur de Hilbersdorf, près de Chemnitz (Saxe).

La plus importante se rapporte à la découverte d'un tronc de Filicinée présentant le début, géologiquement parlant, de la formation de xylème. On y retrouve les cercles étoilés de *Medullosa,* et nous lui donnons le nom de *Xylopsaronius.* Cette disposition n'est pas tout à fait unique, à coup sûr, mais elle avait passé inaperçue, et elle nécessitera, d'ailleurs, une revision du matériel considérable de *Psaronius* conservé dans les musées.

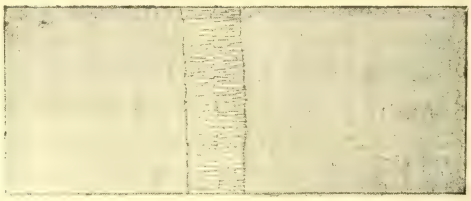


Fig. 2. — Représentation schématique du même exemplaire en section longitudinale médiane. Direction axiale du cordon de xylème.

Les figures 1, 2 et 3 permettent de se rendre compte de la disposition des tissus ligneux que j'ai pu constater. La figure 1 représente Xylopsaronius en section transversale en demi-grandeur naturelle à peu près; on y constate le noyau de xylème en disposition axiale à côté des faisceaux fibrovasculaires.

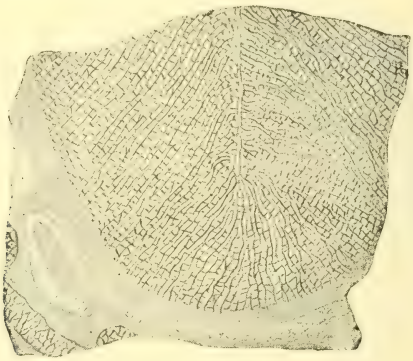


Fig. 3. — Moitié de section transversale du précédent cordon de xylème (grandeur : 5×1), avec une partie du faisceau fibrovasculaire.

Les racines adventives ou aériennes occupent une zone marginale où l'on constate leurs sections transversales en disposition irrégulièrement radiale; mais, dans une large zone marginale, les modifications chimiques du processus de fossilisation ne permettent plus de les distinguer nettement.

La figure 2 constitue une esquisse schématique à un tiers de grandeur naturelle. Elle indique que le cordon de xylème parcourt le tronc parallèlement à son axe, également dans toute sa longueur conservée (7 centimètres à peu près).

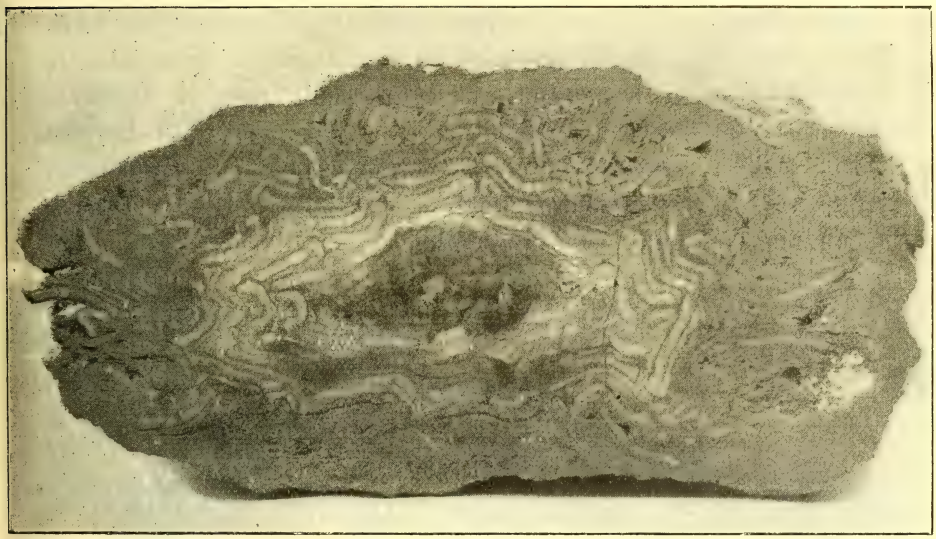


Fig. 4. — *Psaronius infarctus* (Unger) Section transversale (grandeur : 3/5). Disposition concentrique et très serrée des faisceaux vasculaires, avec zone rhizomateuse très mince à la périphérie.

La figure 3 représente en section transversale, avec un agrandissement 5 × 1, la structure d'une moitié du noyau de xylème avec la partie voisine de l'axe de Xylopsaronius et du cordon fibrovasculaire correspondant. Le mode de formation du bois correspond le mieux avec celui que l'on constate dans les cercles étoilés de la moelle de Medullosa (fig. 5). Bien que les contours des cellules parenchymateuses de Xylopsaronius soient moins prononcés que dans Medullosa et que le tissu paraisse très tendre, d'un caractère presque embryonnaire, contrastant vivement avec les parois épaisses des faisceaux vasculaires voisins (fig. 3), on ne constate pas de différence de structure fondamentale dans ces derniers. Les cercles d'accroissement concentriques font défaut. De même que dans les cercles étoilés de Medullosa, le cordon ligneux de Xylopsaronius se délimite nettement à sa périphérie et présente en certains points une dissociation de ses fibres (fig. 1); le tissu est du reste en état de conservation parfaite, malgré la délicatesse de ses éléments.

Ces données ne correspondent nullement à la théorie généralement admise jusqu'ici pour la constitution du tronc des Fougères, mais il faut néanmoins tenir compte des faits, et l'apparition accidentelle de ces noyaux de xylème isolés, primitifs et axiaux chez Psaronius doit être considérée comme le début de l'évolution des Medullosa. C'est de cette façon ou par un procédé théoriquement analogue qu'a dû commencer dans ce groupe la formation du bois. Il est clair que dans le tronc de Medullosa, la naissance du *Plattenring* provient des faisceaux vasculaires de Psaronius périphériques et a précédé l'apparition des cercles étoilés; et ce n'est que plus tard que le bois secondaire s'est formé autour de la plaque annulaire. Nous avons reproduit dans la figure 5 un exemplaire de Medullosa jumelle ou en voie de bifurcation,

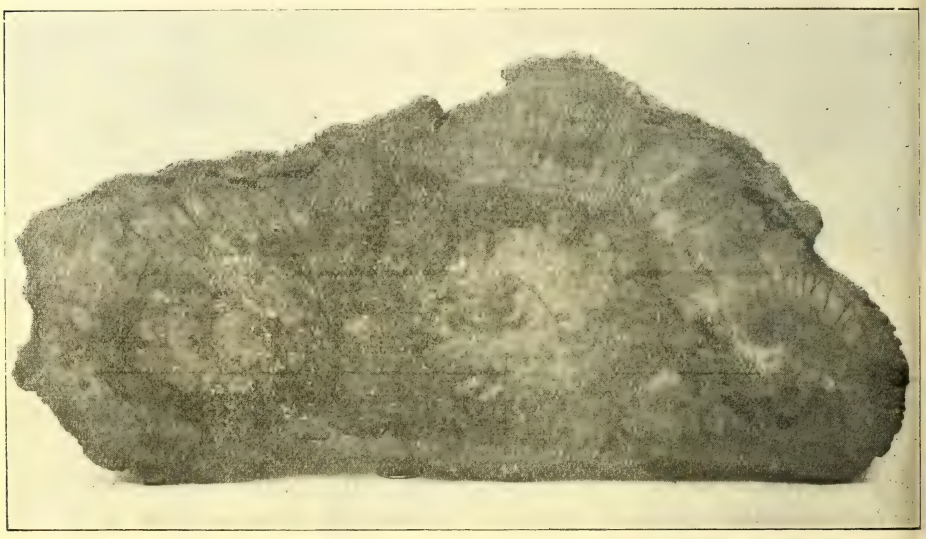


Fig. 5. — *Medullosa stellata* (Cotta), en voie de bifurcation. Section transversale (grandeur : 3/5).

où l'on peut constater deux groupements de cercles étoilés en disposition concentrique entourés par une zone périphérique commune formée par la plaque cylindrique fibrovasculaire et le bois secondaire; il apparaît clairement que ce dernier n'a commencé à se former qu'après l'apparition des cordons de xylème primaire dans la zone axiale ou médullaire. Ces cordons se présentent ici aussi compacts et aussi massifs que dans Xylopsaronius. Les parties foncées au centre des noyaux (fig. 5) sont dues à des modifications résultant des variations du processus de fossilisation. On remarque que les fibres du xylème les

traversent sans changer de direction. Le bois de Medullosa, comparé avec celui de Xylopsaronius, présente une structure plus solide, plus régulière et plus compacte, ainsi que des anneaux de croissance nettement indiqués et des rayons médullaires dirigés de la périphérie vers le centre.

Le fragment du tronc dont la figure 5 montre la section transversale atteint la longueur d'un tiers de mètre. Dans toute son étendue il présente la même figure de section transversale, le même développement et la même épaisseur. On peut ainsi se rendre compte du développement atteint par ces types végétaux anciens.

Le début de la plaque annulaire formée par les plaques fibrovasculaires chez les Medullosa nous est indiqué très clairement par le Psaronius représenté dans la figure 4. Cet exemplaire très remarquable est probablement unique. Les racines adventives ne forment qu'une zone périphérique extrêmement mince, même pour un niveau très élevé que la section occuperait dans le tronc. Par contre, les plaques fibrovasculaires sont très épaisses et constituent la presque totalité du tronc. Très serrées les unes contre les autres, elles se disposent en anneaux concentriques ou « plaques annulaires ». Une disposition analogue ne se rencontre pas dans les troncs des Fougères actuelles, et le Psaronius de la figure 4 nous fournit un excellent exemple du mode de croissance des énormes Filicinées des forêts paléozoïques.

Cependant on ne peut nier *a priori* la possibilité de la réapparition de ce type de Xylopsaronius dans le tronc des Fougères actuelles; c'est ainsi que des caractères analogues à ceux des Ptéridospermés se rencontrent chez des Fougères actuelles, dont les frondes donnent naissance à un grand nombre de jeunes plantes (*Asplenium Fabianum*, etc.).

Je crois rendre service à la science en signalant ces faits et en appelant l'attention sur les préparations remarquables que la firme Dr F. Krantz met à sa disposition.

G. Schmitz, S. J., et X. Stainier. — **La géologie de la Campine avant les puits des charbonnages.**

Note complémentaire a la sixième note préliminaire :

Un nouveau facies du Montien en Campine.

Si nos voyages de vacances ne nous en avaient empêchés, nous aurions voulu ajouter à l'impression de notre sixième note prélimi-

naire [1] quelques mots concernant le sondage n° 76, fait à 1 800 mètres au Sud du n° 81, par la Société anonyme des charbonnages Limbourg-Meuse.

Il semble que le Montien aurait été aussi relevé en ce point avec son *facies* sableux, si les procédés employés à ce sondage avaient permis des observations précises.

La coupe de ce sondage fournit, en effet, les indications suivantes :

HEERSIEN *Hsb* :	
Marne sableuse, verdâtre à la base	154m40 à 156m15
Sable argileux, pointillé de glauconie . . .	156m15 à 157m80
Sable gris très foncé, pointillé de glauconie au sommet; débris de fossiles	157m80 à 187m90
HEERSIEN *Hsa* :	
Petit gravier de quartz hyalin vert dans de l'argile noirâtre	187m90 à 188m00
MONTIEN *Mn* :	
Sable gris pointillé, sable argileux gris-brun et argile verte. (Échantillon pris par injection.)	188m00 à 190m90

L'épaisseur anormale de *Hsb* et l'incertitude du niveau réel des échantillons obtenus par injection laissent supposer que le Montien, avec facies particulier, pourrait être beaucoup plus épais que le chiffre ci-dessus ne l'indique.

Notre attention ayant été appelée sur ce facies nouveau du Montien dont la position géologique était absolument certaine, nous avons recherché si nous n'en retrouverions pas de traces dans les anciennes coupes d'autres sondages, et nous avons immédiatement constaté que ce facies était beaucoup plus répandu que nous ne le croyions au prime abord et qu'il était confiné dans la vallée de la Meuse, comme le facies ligniteux et sableux de l'assise crétacée d'Aix-la-Chapelle. En examinant ces anciennes coupes, il est facile de voir que c'est à la présence de ces sables à lignites, considérés par H. Forir comme d'âge oligocène supérieur et contemporains des lignites du Rhin, qu'il faut attribuer l'erreur qu'il a commise en rattachant au Miocène et au Pliocène des couches incontestablement landeniennes et heersiennes. L'exécution

---

[1] Cf. *Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, t. XXIV, Proc.-verb., p. 290.

du sondage n° 81 entièrement au tube carottier, dans toutes ces assises, ne permet plus de doute à ce sujet.

D'après les anciennes coupes, il y a certainement du Montien à facies sableux et ligniteux aux sondages suivants :

Sondage n° 32 de Mechelen (de 185^{m}00 à 185^{m}10) ;

Sondage n° 20 de Lanklaer (de 260^{m}00 à 270^{m}00) ;

Sondage n° 42 de Leuth (vers 197^{m}00) ;

Sondage n° 46 de Lanklaer (de 275^{m}32 à 275^{m}82). La formation est là nettement reconnaissable à la description de H. Forir.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est la rencontre de puissants niveaux de sables ligniteux, sur la tête du Crétacé et par conséquent dans une position semblable à celle du Montien, aux deux sondages n° 50 de Dilsen et n° 52 de Stockheim.

Au premier sondage, la formation a été recoupée de 235 à 305 mètres et au second de 155^{m}75 à 192 mètres. L'imperfection des moyens de sondages employés ne permet pas de trancher la question avec certitude pour ces deux sondages, et les profondeurs susdites sont vraisemblablement fort douteuses, mais ce qu'il faut retenir, c'est la rencontre d'une forte épaisseur de formation ligniteuse vraisemblablement montienne. Dans ce cas on peut affirmer que la tendance si bien marquée à une très forte augmentation de puissance des formations ligniteuses miocènes et pliocènes vers la grande fosse tertiaire du Nord-Est, que cette tendance, dis-je, était déjà fort manifeste à l'époque montienne.

Une constatation importante à tirer de la coupe du sondage n° 76, c'est l'existence, à la base du Heersien, du gravier très reconnaissable, soulignant la séparation des deux étages heersien et montien, et montrant que c'est avec raison que nous avons précédemment séparé ces deux formations en Campine.

Le facies sableux et ligniteux que nous venons d'observer et de décrire dans le Montien de la Campine existe également ailleurs, comme on peut le voir dans le rapport sur le résultat des recherches minières pratiquées en Hollande en 1909, rapport qui vient de paraître [1].

D'après les renseignements que fournit ce rapport, le même facies aurait été rencontré dans les sondages du Limbourg septentrional et

---

[1] Van Waterschoot van der Gracht, Jaarverslag der Rijksopsporing van delfstoffen over 1909, p. 14. Drukkerij 't Kasteel van Amstel, Amsterdam, in-4°, 1910.

en Allemagne, le long de la frontière hollandaise. Il aurait même là, par places, des épaisseurs considérables montrant que la lacune séparant le Montien du Heersien est bien plus considérable qu'on aurait pu le croire dès l'abord.

Un fait curieux que démontre encore l'existence de ce facies ligniteux et sableux du Montien d'Eysden, c'est que la région du Limbourg belge et hollandais semble avoir été, au cours des temps géologiques, pendant de très longues périodes, un site prédestiné à la formation de gisements de lignites dans des couches sablo-argileuses. On trouve, en effet, de semblables gisements, dans cette région, depuis la base du Sénonien jusqu'au Quaternaire :

1° Dans le Sénonien *Cp1* (assise d'Aix-la-Chapelle);

2° Dans le Montien *Mn;*

3° Dans le Rupelien inférieur *R1* ou le Tongrien supérieur *Tg2;*

4° Dans une couche d'âge encore indéterminé compris entre l'Oligocène supérieur et le Pliocène, que nous avons appelée : « Sables à lignites inférieurs »;

5° Dans une couche d'âge pliocène supérieur que nous avons appelée : « Sables à lignites supérieurs »;

6° Enfin, on trouve aussi, par places, d'abondants débris ligniteux jusque dans le cailloutis ancien campinien (*Q2n*) de la Meuse.

Eug. Maillieux. — **Note sur la faune des roches rouges de Winenne.**

Les roches rouges de Winenne correspondent en gros, par leur position entre le grès de Vireux (= *untere Coblenzschichten*) et la grauwacke à *Spirifer arduennensis* (= *obere Coblenzschichten*), au *Coblenzquarzit* du bassin de Coblence. Mais, tandis que la faune du grès coblencien rhénan est relativement très riche en espèces fossiles, on n'a encore signalé, dans les couches synchroniques belges, d'autres restes organiques que la *Chonetes sarcinulata* et des traces de *Méduso*ïdes [1]. Cela n'a rien de surprenant quand on considère que la période de formation des roches rouges de Winenne correspond à une

---

[1] Gosselet, L'Ardenne, pp. 362, 364, pl. XXIV, fig. 39.

phase d'émersion relative [1], comme l'indiquent : « la nature et l'irrégularité de leurs dépôts, la présence, au sein du poudingue, de galets de roches dévoniennes attestant la mise à nu de portions du bassin où ces roches s'étaient formées. Enfin, les empreintes de gouttes de pluie et les joints de dessiccation si clairement visibles à Vireux, dans les schistes de Winenne, montrent qu'à certains moments du Burnotien la plage fut à sec bien loin au large de la région immergée pendant les âges précédents [2] ... » On se trouve donc en présence de formations nettement littorales en majeure partie, dont la teinte rouge est due, comme l'a dit M. de Dorlodot [3], à l'apport de matières ocreuses charriées le long de la côte par les fleuves qui descendaient du continent de l'*Old Red* dans la mer dévonienne où, par conséquent, la vie ne pouvait pas être intense.

J'ai fait connaître, dans une note précédente [4], la manière dont j'envisage l'importance des couches dites de Winenne et leur place dans la nomenclature stratigraphique. Je crois utile d'ajouter ici quelques détails.

M. Dupont, au cours de son exploration du Dévonien pour les levés de la Carte géologique au $^1/_{20\,000}$, avait conclu à la réunion, sous le nom d'étage *burnotien*, de tous les dépôts compris entre le grès de Vireux (= *Érezéen*, selon lui) et les couches à *Calcéoles*. Il y distinguait de nombreux niveaux et facies dont les deux premiers (*Btm*, *Btn*) représentent incontestablement ce que nous avons l'habitude de désigner sous le nom de « roches rouges de Winenne ». Quant au *Bto* et au *Btp* qui suivent immédiatement, ils appartiennent, je pense, à la base de la grauwacke à *Spirifer arduennensis*, dont les termes *Btq*, *Btr* et *Bts* constituent des facies et niveaux du sommet, *Btt* désignant les couches à *Sp. cultrijugatus*.

C'est à son *Btp* que M. Dupont attribue les fossiles recueillis dans la coupe de l'Aisne [5], « un peu avant d'arriver à la chaussée de Melreux », près de Fizenne, dans les schistes rougeâtres « qui commencent à alterner avec du poudingue milliaire (*Btq*) ». Les fossiles de ce gîte se bornent à un *Tentaculites* très voisin de *Tentaculites acuarius*

---

(1) H. de Dorlodot, Age des couches dites « burnotiennes » des bassins de Dinant et d'Aix-la-Chapelle. (*Bull. Soc. géol. du Nord*, t. XXIII) 1904, p. 7.

(2) H. de Dorlodot, *loc. cit.*

(3) *Loc. cit.*, p. 10.

(4) *Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, t. XXIV, 1910, Proc.-verb., p. 217.

(5) *Bull. Acad. roy. de Belg.*, 3e sér., 1885, t. X, p. 216.

Richter (1) et à quelques traces assez mauvaises d'un Lamellibranche que notre savant confrère a cité sous le nom de *Sanguinolaria solenoïdes* Goldfuss (2), en le rapprochant du genre *Modiomorpha* Hall. Disons en passant, puisque l'occasion s'en présente, que cette coquille est bien, en réalité, une *Modiomorpha*, extrêmement proche voisine, sinon identique, de *Modiomorpha modiola* Beushausen (3), mais que son état de conservation ne permet pas de déterminer spécifiquement avec une précision absolue (4).

Si ce fossile semble caractéristique de tout l'étage *coblencien* RHÉNAN (= *Emsien*), il ne peut toutefois servir à identifier aucun des niveaux de cet étage, puisque Beushausen l'a signalé aussi bien dans les *untere-* et *obere Coblenzschichten* que dans le *Coblenzquarzit*. Mais nonobstant la teinte rougeâtre de la roche du gîte de Fizenne (feuille de Durbuy n° 8315), la position des couches, nettement précisée par M. Dupont, ne permet pas de les ranger parmi les roches rouges de Winenne = *Btm* (= *Em2a*). Il n'en est pas de même du gîte de Forrières, dont nous allons parler, et qui appartient parfaitement, comme j'ai pu m'en convaincre récemment sur place, au niveau de Winenne (*Btm* de M. Dupont = *Burnotien* de la Carte géologique officielle). Je n'ai pas besoin d'insister sur la haute valeur — étant donnée leur grande rareté — des matériaux de ce dernier gîte, dont l'honneur de la découverte revient entièrement à M. Dupont.

Gîtes fossilifères.

Les gîtes de ce niveau sont extrêmement rares, et jusqu'à présent je n'en connais que deux. Le premier et, de loin, le plus intéressant

---

(1) Cf. KAYSER, Die Fauna der ältest. Devonablag. des Harzes, p. 112, pl. XXXI, fig. 1-3.

(2) E. DUPONT, *loc. cit.*, p. 217.

(3) Die Lamellibranchiaten des rhein. Devon, 1895, p. 22, pl. II, fig. 1-5.

(4) Un lapsus a fait écrire à M. Dupont *Sanguinolaria solenoïdes* Gdf., qui est une *Cucullella*, pour *Sanguinolaria soleniformis* Gdf., comme cela ressort clairement de la note 1 au bas de la page 217 (*Bull. Acad. roy. de Belg.*, t. X, 1885), renvoyant à la description (p. 265) et à la figure (pl. 159, fig. 7) de la *Sanguinolaria soleniformis* données par Goldfuss dans *Petrefacta Germaniae*, alors que *Nucula solenoïdes* (et non *Sanguinolaria solenoïdes* QUI N'EXISTE PAS DANS GOLDFUSS) est décrite page 151 et représentée planche 124, figure 9 (*loc. cit.*). Ajoutons que *Sanguinolaria soleniformis*, qui n'a d'ailleurs rien de commun avec la forme de Fizenne, est en réalité un *Sphenotus*.

a été découvert par M. Dupont dans la tranchée du chemin de Forrières à Masbourg, presque au sommet des roches rouges, exactement à 1 460 mètres à vol d'oiseau de la gare de Forrières. On observe à cet endroit, succédant à une série de grès et schistes rouges de Winenne (= *Em2a*), quelques bancs minces de grès schisteux rougeâtre, passant au verdâtre, dans lesquels on a recueilli les espèces suivantes :

Asterolepis sp.

Discina (*Discinisca*) *forrierensis* nov. sp.

Orthis (*Dalmanella*) *orbicularis* Arch. Vern.

? *Retzia Oliviani* Arch. Vern. sp.

Spirifer subcuspidatus Schnur.

Gosseletia? sp.

? *Modiomorpha modioliformis* Beushaus. nov. sp.

M. Gosselet a donné, dans *L'Ardenne*, une excellente coupe prise entre Forrières et Grupont [1], à laquelle il suffira de se reporter pour bien saisir la position exacte du gîte. Ce dernier est situé dans la partie méridionale de l'affleurement des roches rouges *a*, qui se trouve entre Forrières et le ruisseau « la Masblette ». Il porte, dans les séries du Musée, le n° 8650 de la feuille de Rochefort. Au-dessus des couches fossilifères, on observe encore quelques mètres de roches rouges bien caractéristiques, puis apparaît la grauwacke à *Spirifer arduennensis* (= *Em2b*).

Le second gîte est situé à Couvin, à environ 1 340 mètres au Sud de la localité, dans une tranchée bordant le chemin qui longe la côte orientale du bois dit : « Petite Forêt ». Dans des schistes verdâtres se délitant en fragments rhomboïdaux allongés, succédant immédiatement au grès rouge de Winenne et constituant le sommet de ce niveau, dont ils possèdent le facies, on trouve la *Chonetes sarcinulata* Schloth. sp. assez abondante, mais composant le seul élément faunique que j'aie pu y recueillir. Ces schistes verdâtres sont surmontés par la grauwacke à *Spirifer arduennensis*. Ils occupent donc un niveau un peu plus élevé que les couches fossilifères de Forrières, tout en appartenant à la même zone *Em2a*.

---

[1] L'Ardenne, p. 380, fig. 88.

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

I. — EMBRANCHEMENT DES VERTÉBRÉS.

Classe des Poissons. Sous-classe des Ganoïdes.

a) ORDRE DES *PLACODERMES.*

Genre Asterolepis *Eichwald.*

Asterolepis *sp.*

Un débris de la cuirasse d'un Poisson de l'Ordre des *Placodermes* appartient au genre *Asterolepis* par les délicats tubercules stelliformes qui ornent sa surface.

Il s'agit, pour autant que j'en puisse juger, d'une notable fraction de la plaque dorsale antérieure, à laquelle adhèrent des fragments des plaques latérales postérieure et antérieure gauches.

Les Poissons me sont trop peu connus pour que je puisse déterminer spécifiquement cet exemplaire que la grande rareté des restes de Vertébrés dans notre Dévonien inférieur rend des plus intéressants.

Localité : Forrières, feuille de Rochefort n° 8650.

II. — EMBRANCHEMENT DES MOLLUSQUES.

A. Classe des Brachiopodes.

a) ORDRE DES *PLEUROPYGIENS* (*ECARDINES*).

1° FAMILLE DES *DISCINIDES.*

Genre Discina *Lamarck.* — Sous-genre Discinisca *Dall.*

Les auteurs les plus autorisés reconnaissent, dans le genre *Discina*, deux sous-genres bien distincts. Le plus abondamment répandu parmi les formes paléozoïques est le sous-genre *Orbiculoïdea* d'Orbigny, caractérisé par la convexité, parfois presque égale, des deux valves et la disposition de la perforation ronde ou ovale servant de passage au pédoncule, située à la partie postérieure d'un sillon qui s'étend à la surface externe (et non à la surface interne) entre le crochet et le bord marginal postérieur.

Le sous-genre *Discinisca* est spécialisé, d'après Dall [1], par la convexité plus ou moins prononcée de la valve supérieure, la dépression, voire même la concavité de la valve inférieure, la position de l'ouverture pédonculaire, de forme allongée, au centre d'une dépression ovalaire de la face externe, se manifestant à la face interne de la valve par une protubérance saillante, et située entre le sommet et le bord postérieur de la coquille ; enfin, par la présence, à l'intérieur de cette même valve, d'un petit septum médian en arrière duquel se trouve la protubérance discoïde entourant la perforation pédonculaire :

« Lower valve more or less flattened, concave or compressed. Upper valve more convex ; apices of both subcentral or subposterior. Lower valve with a small septum as in *Discina*, behind which is an impressed disc or area, externally concave and internally elevated. This is perforated by a longitudinal fissure, extending from a short distance behind the septum nearly to the posterior margin, which is often slightly indented behind it. Shell more or less horny in texture, minutely tubulose. »

Le sous-genre *Discinisca* est peu représenté dans le Dévonien. J. Hall déclare même [2] ne pas avoir rencontré, dans les formations paléozoïques, de formes présentant suffisamment les caractères indiqués par Dall et par Zittel :

« Personally, we have no knowledge of any palaeozoic species showing the elevated disc and vertical slit characterizing *Discinisca* and are aware that any author has described and figured a palaeozoic species which can be safely referred to this genus. »

Les deux seuls exemplaires de la valve inférieure de l'espèce décrite ci-après ne permettent pas, il est vrai, à cause de leur état de conservation, d'observer bien distinctement le petit septum de la face interne, mais :

1° Ces valves sont nettement *concaves ;*

2° Elles montrent la large dépression ovalaire en creux à l'extérieur, en relief prononcé à la face interne et portant, vers le milieu, la perforation pédonculaire allongée.

Ces caractères les différencient suffisamment des *Orbiculoïdea* pour permettre de les ranger dans le sous-genre *Discinisca*.

---

[1] *Bull. Mus. Comp. Zool.*, vol VIII, n° 1, p. 37. — Voir également : ZITTEL, Traité de Paléontologie, p. 676 ; OEHLERT in FISCHER, Manuel de Conchyliologie, p. 1268.

[2] Palaeontology of New York, vol. VIII, part I, p. 124.

Discina (Discinisca) Forrierensis *nov. sp.*

(?) Confer. *Discina* cf. *Forbesii* Kayser. *Fauna der ältesten Devonablagerungen des Harzes*, 1878, p. 205, pl. XXX, fig. 19 (20?).

Valve supérieure patelliforme, en général médiocrement convexe, mais de hauteur variant avec l'âge et même avec les individus, parfois quasi circulaire, parfois longitudinalement ovale. Crochet subcentral, variant de position et oscillant entre le centre et le bord postérieur.

Valve inférieure nettement concave. Crochet également subcentral ou subpostérieur. Entre le crochet et le bord postérieur de cette valve, la surface externe porte une dépression ovalaire profonde n'atteignant pas le front et qui, à la face interne, se traduit par une protubérance saillante. Foramen de forme plutôt allongée, situé au centre de la dépression. Cette partie de la coquille présente un aspect très semblable à la figure 1, planche IV F de Hall, *Palaeontology of New York*, volume VIII, part I, 1892 (perforation pédonculaire de *Discinisca lamellosa* Broderip, espèce actuelle). Toutefois, le septum n'est pas très nettement observable à cause de l'état de conservation de la portion de la coquille où il se trouve.

Le test est recouvert à l'extérieur par de nombreuses lamelles concentriques, assez régulières, assez fortes, très serrées et séparées par des intervalles à peu près équivalents. Ces lamelles se poursuivent, mais en s'atténuant notablement, dans la fossette ovalaire de la valve inférieure. La face interne du test est radiairement parsemée de très fines stries également très serrées, assez irrégulièrement droites. Ces stries radiaires, que je n'ai pu observer sur la protubérance discoïde environnant la perforation pédonculaire, se manifestent parfois vaguement à l'extérieur dans les parties les plus minces de la coquille.

Test corné, brillant, perforé de nombreux canalicules d'une extrême ténuité.

Le Musée royal d'Histoire naturelle possède une quinzaine d'échantillons jeunes et adultes de valves supérieures de cette espèce, dont il n'existe, par contre, que deux valves inférieures; mais ces dernières, dont on a recueilli l'empreinte et la contre-empreinte, permettent d'établir une diagnose suffisante.

Je n'ai rencontré jusqu'ici, dans les nombreux travaux que j'ai consultés, aucune forme identique. Une espèce qui paraît offrir avec la nôtre certaines analogies est la *Discina confer Forbesii*, décrite et figurée par M. Kayser, dans *Die Fauna der ältesten Devonablagerungen*

des Harzes (1). L'auteur donne la description suivante (il s'agit de deux valves inférieures) :

« Sie stellt einen ziemlich grossen, länglichen, *sehr flachen* Kegel mit gedrängten, starken, concentrischen Anwachsringen dar. Unter dem Scheitel liegt ein länglicher, nicht bis dem Rand reichender Schlitz. Schale hornig, glänzend. »

Il indique comme différences avec *Orbiculoïdea Forbesii* Davidson les anneaux d'accroissement plus faibles, la fente pédonculaire plus étroite chez cette dernière : « ... Indess sind die Anwachsringen bei der englischen Art schwächer und der Schlitz schmäler. » De plus, la figure 19, notamment, montre une forme très aplatie, sinon concave, et, près du crochet, une dépression assez prononcée où l'ouverture pédonculaire n'est d'ailleurs pas indiquée. Mais ni la brève diagnose, ni le dessin insuffisant ne permettent une assimilation bien certaine de la forme de Klosterholz avec la forme belge.

La *Discina anomala* Kayser (2), qui est bien une *Discinisca*, diffère de la *Discinisca* de Forrières par son contour plus ovale, rétréci à l'avant; par sa taille plus forte; par la hauteur relativement plus considérable de la valve supérieure; par la conformation de la valve inférieure, simplement plate chez la forme rhénane et concave chez la forme belge; enfin, par l'irrégularité des lamelles concentriques d'accroissement « hie und da zusammenlaufenden ».

Je propose de donner à l'espèce belge le nom de *Discina (Discinisca) forrierensis*, qui en rappelle la provenance.

Localité : Forrières. Feuille de Rochefort n° 8650.

b) ORDRE DES *APYGIENS* (*TESTICARDINES*).

1° FAMILLE DES *PRODUCTIDES*.

Genre CHONETES *Fischer*.

CHONETES SARCINULATA *Schlotheim sp.*

1820. *Terebratulites sarcinulatus* Schlotheim, PETREFACTENKUNDE, p 256, pl. XXIX, fig. 3 *a*, *b*.

1842. *Productus sarcinulatus* von Buch, UEBER PRODUCTUS ODER LEPTAENA, p 25.

1843. *Chonetes sarcinulata* de Koninck, DESCRIPT. DES FOSSILES DE BELG., p. 209, pl. XIII, f. 2.

---

(1) Die Fauna der ältesten Devonablagerungen des Harzes, 1878, p. 205, pl. XXX, fig. 19 (20?).

(2) Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Siegenschen Grauwacke, 1892, p. 96, pl. X, fig. 1-3.

1845. *Chonetes sarcinulata* Murch. Vern. Keyserl., Russie d'Europe, p. 242, pl. XV, fig. 10*a-h*.

1853. *Chonetes sarcinulata* Schnur, Eifel Brachiopoden, p. 57.

1868-1871. *Orthis biradiata* Quenstedt, Petrefactenkunde Deutschlands. Brachiop., p. 602, pl. 57, fig. 69.

1883. *Chonetes sarcinulata* OEhlert, Bull. Soc. géol. de France, 3e série, t. XI, p. 519. pl. XIV, fig. 1.

1889. *Chonetes sarcinulata* Kayser, Fauna des Hauptquartzits, p. 62, pl. VII, fig. 4, 6, 7, 8.

Cette espèce très connue est abondamment représentée dans les schistes verts qui forment, à Couvin, le sommet de la zone des roches rouges de Winenne et le substratum de la Grauwacke à *Spirifer arduennensis*. Elle en compose même le seul élément constitutif de la faune qu'il m'ait été permis d'y observer, malgré mes nombreuses recherches.

M. OEhlert a donné, de la *Chonetes sarcinulata*, une excellente description (1) à laquelle on ne peut rien ajouter. Toutefois, peut-être conviendrait-il de faire certaines réserves au sujet de la réunion que préconise notre savant confrère de Laval, de la *Chonetes Hardrensis* Phillips à la *Chonetes sarcinulata* (2); assimilation déjà proposée par Murchison, Verneuil et Keyserling (3), puis par M. Kayser (4). Mais il convient de dire aussi bien que les figures et les diagnoses publiées par Phillips sont, en général, tellement défectueuses qu'il n'est guère possible de trancher la question si l'on n'a pas sous les yeux les spécimens originaux décrits par l'auteur.

Localité : Couvin, chemin de la Forêt.

2° FAMILLE DES *STROPHOMÉNIDES*.

Genre Orthis *Dalman*. — Sous-genre Dalmanella *Hall* (5).

Orthis (Dalmanella) orbicularis *Arch. Vern.*

1845. *Orthis orbicularis* Arch. Vern. (Bull. Soc. géol. de France, 2e série, t. II, p. 178, pl. XV, fig. 9*a-d*.)

---

(1) *Bull. Soc. géol. de France,* 3e série, t. XI, p. 519.

(2) *Loc. cit.*, p. 521.

(3) Russie d'Europe, p. 243.

(4) Brachiopoden des mittel- und ober-Devon der Eifel, 1871, p. 636.

(5) Pour la diagnose du sous-genre, voir Hall, *Palaeontology of New York*, p. 206.

1861. *Orthis orbicularis*? (Sowerby) Caillaud. (Bull. Soc. géol. de France, 2e série, t. XVIII, p. 335.)

M. Œhlert range cette forme dans la synonymie de *Orthis Hamoni* Rouault. (Ann. Sciences géol., 1887, p. 48.) Cependant l'espèce d'Erbray que citait Caillaud à la carrière Pont-Maillet dans son travail précité a été déterminée par M. Barrois (Faune d'Erbray, p. 73), quoique avec un point de doute, comme *Orthis orbicularis* Arch. Vern., et l'auteur a déclaré en outre n'avoir pas rencontré à Erbray l'*Orthis Hamoni* tel que le décrit M. Œhlert. C'est vraisemblablement à tort que De Tromelin et Lebesconte (Bull. Soc. géol. de France, 3e série, 1877, t. IV, p. 32) ont rapporté à *Orthis Hamoni* Rouault la forme du Pont-Maillet attribuée par Caillaud à *Orthis orbicularis*? Sow. — Il convient aussi d'ajouter que l'*Orthis orbicularis* de Sowerby est un synonyme de l'*Orthis elegantula* Dalman.

1869. *Orthis orbicularis* Verneuil *in* Tschihatcheff. Asie Mineure, p. 29.

1879. *Orthis orbicularis* Kayser. (Fauna der aeltest. Devonablag. des Harzes, p. 187, pl. XXVIII, fig. 11-13; pl. XXXIV, fig. 7.)

1882. *Orthis orbicularis* Barrois. (Asturies, p. 234.)

1889. *Orthis orbicularis*? Barrois. (Erbray, p. 73.)

Non *Orthis orbicularis* Sowerby, 1839, *in* Murchison's Sil. Syst., p. 611, pl. V, fig. 16, qui est synonyme de l'*Orthis elegantula* Dalman. (Voir : Kayser, Devonablag. des Harzes, p. 188; Barrois, Asturies, p. 73.)

Non *Orthis orbicularis* F. Schmidt, Beitrag zur Geol. der Insel Gotland, p. 44, qui est un *Orthis canaliculata* d'après Davidson. (British Silur. Brachiopoda, p. 218.)

J'ai sous les yeux une valve dorsale de petite taille, fortement aplatie sans être toutefois operculiforme, un peu plus large que longue, à contour arrondi, transversalement ovale. Du crochet, très peu proéminent, part une légère dépression médiane subaiguë, ou sillon, qui va s'accentuant vers le front qu'elle atteint également en le faisant dévier vers le bas. Le bord cardinal est droit et de moindre longueur que la plus grande largeur de la coquille, qui se mesure vers le milieu de la valve. Test recouvert extérieurement de nombreux plis très fins, recoupés par des stries d'accroissement peu nombreuses et peu marquées, sauf vers le front où elles sont plus visibles. Les plis médians sont droits, tandis que les plis latéraux se recourbent légèrement vers l'extérieur.

Ces caractères répondent à l'excellente diagnose de l'*Orthis orbicularis* donnée par M. Kayser dans *Die Fauna der ältesten Devonablagerungen des Harzes*, p. 187, et le spécimen belge offre une étroite ressemblance avec la figure 13 de la planche XXVIII de l'ouvrage précité. Toutefois, les plis radiaires ne paraissent pas tout à fait aussi nettement réunis en faisceaux.

Localité : Forrières. Feuille de Rochefort n° 8650.

3° FAMILLE DES *SPIRIFÉRIDES*.

Genre RETZIA *King* (?).

? RETZIA OLIVIANI *Arch. Vern. sp.*

1845. *Terebratula Oliviani* Arch. Vern., BULL. SOC. GÉOL. DE FRANCE, 2e série, t. II, p. 470, pl. XIV, fig. 10 *a-d*.

1888. *Retzia Oliviani* J. Gosselet, L'ARDENNE, p. 374.

1889. *Retzia* sp. aff. *Oliviani* F. Sandberger, ENTWICKELUNG DER UNT. ABTHEIL. DES DEVON. SYST. IN NASSAU, p. 49.

1903. *Retzia?* sp. aff. *Oliviani* K. Walther, NEUES JAHRB. FÜR MIN., XVII *B.* Bd, p. 57, pl. III, fig. 8 *a-c*.

Quelques traces assez mal conservées paraissent appartenir à cette espèce, mais l'état des échantillons ne permet pas une détermination certaine.

Localité : Forrières. Feuille de Rochefort n° 8650.

Genre SPIRIFER *Sowerby*.

SPIRIFER SUBCUSPIDATUS *Schnur*.

1853. *Spirifer subcuspidatus* Schnur, EIFEL BRACHIOPODEN, p. 202, pl. XXXIII, fig. 3 *a-f;* pl. XXXIV, fig. 1 *e-g* (1 *a-d* exclusae).

1853. *Spirifera cuspidata* Steininger, GEOGN. BESCHREIBUNG DER EIFEL, p. 70, pl. VII, fig. 5, 6.

1864. *Spirifer subcuspidata* Davidson, BRITISH DEVON. BRACHIOP., p. 33, pl. VIII, fig. 14-15,

1871. *Spirifer subcuspidatus* Quenstedt, PETREFACTENKUNDE, p. 485, pl. LII, fig. 52 à 55.

1871. *Spirifer subcuspidatus* Kayser, ZEITSCHR. DER DEUTSCH. GEOLOG. GESELLSCH., t. XXIII, p. 572.

1884. *Spirifer subcuspidatus* Beushausen, OBERHARZ. SPIRIFEREN SANDSTEIN, p 120, pl. VI, fig 23, 24.

1886. *Spirifer subcuspidatus* Wenjukoff, DEVON. SYST. IN N.-W. UND CENTRAL RUSSLAND, p. 87, pl. IV, fig. 6.

1895. *Spirifer subcuspidatus* Béclard, BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., ETC., t. IX, Mém., p. 169, pl. XV, fig. 1-6.

1900. *Spirifer subcuspidatus* Scupin, SPIRIFEREN DEUTSCHLANDS, p. 17.

1909. *Spirifer subcuspidatus* Maillieux, BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., ETC., t. XXIII, Mém., p. 340, fig. 12, 13.

De nombreuses valves ventrales et dorsales séparées présentent les caractères de cette espèce bien connue, facilement reconnaissable par la forme pyramidale de sa valve ventrale, possédant une haute aréa triangulaire et portant un sinus plat, peu profond ; par les incisions courtes et divergentes des supports dentaires; enfin, par la forme platement arrondie et peu élevée du bourrelet de la valve dorsale.

Localité : Forrières. Feuille de Rochefort n° 8650.

B. Classe des Lamellibranches.

ORDRE DES *ASIPHONIDES.*

1° FAMILLE DES *AVICULIDES.*

Genre Gosseletia *Barrois* (?).

Gosseletia? *sp.*

Une valve gauche, dont le très mauvais état ne permet même pas une détermination générique certaine, offre, par sa forme générale, une vague ressemblance avec *Gosseletia truncata* Rœm.; mais ni l'ornementation du test ni la structure du bord cardinal ne sont observables.

Localité : Forrières. Feuille de Rochefort n° 8650.

2° FAMILLE DES *PRASINIDES.*

Genre Modiomorpha *Hall.*

? Modiomorpha modioliformis *Beushaus. nov. sp.* (1).

Deux valves gauches de grande taille, mais dont on ne voit malheureusement pas le moule interne, semblent appartenir à une forme voisine de *Modiomorpha modiola* Beushausen (*Lamellibranchiaten*, p. 22, pl. II, fig. 1-5) à laquelle Beushausen a donné le nom spécifique *modioliformis*. Elles se distinguent de *Modiomorpha modiola* par l'élargissement considérable de la partie postérieure de la coquille, mais

(1) La description de cette espèce, dont les types existent dans les matériaux du gîte de Melreux (feuille de Marche n° 8536) appartenant au *Bto* de M. Dupont = *Em2b*, sera publiée avec le dossier inédit de Beushausen.

on ne peut observer si l'impression des adducteurs pédiaires antérieurs est plus haute que chez *Modiomorpha modiola*. L'état de conservation des matériaux ne permet donc pas une détermination certaine.

Localité : Forrières. Feuille de Rochefort n° 8650.

Le Secrétaire général donne communication de quelques observations que lui a suggérées la lecture de la *Topologie* du général Berthaut. On les trouvera dans le Compte rendu bibliographique de cet ouvrage.

La séance est levée à 21 heures 40.

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 18 OCTOBRE 1910

Décès de M. W. Prinz et du Prof^r Z Consiglieri Peclioso. 329

Distinctions honorifiques 329

Communication du Bureau 329

Approbation du procès-verbal de la séance de juillet :
Rectification de M. de Dorlodot 330

Correspondance. 331

Dons et envois reçus 331

H. Pohlig. Xylopsaronius. Les premières Filicinées caractérisées par la formation du bois. 335

G. Schmitz, S. J., et X. Stainier. La géologie de la Campine avant les puits des charbonnages. (Note complémentaire à la sixième note préliminaire : *Un nouveau facies du Montien en Campine.*) 340

E. Maillieux. Note sur la faune des roches rouges de Winenne 342

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 16 NOVEMBRE 1910

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

Smithsonian Institution
SEP 11 1911
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

SÉANCE MENSUELLE DU 16 NOVEMBRE 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 35.

Distinctions honorifiques.

Notre confrère M. Leriche est nommé professeur de Géologie à l'Université de Bruxelles, en remplacement de M. Prinz.

M. Dollo a été nommé membre du Comité international de nomenclature par le Congrès international de Zoologie de Gratz.

Notre éminent confrère a également été nommé membre d'honneur de la Société impériale zoologique et botanique de Vienne.

Approbation du procès-verbal de la séance d'octobre.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

M. E. Maillieux a adressé au Secrétariat la rectification ci-dessous :

Un lapsus lui a fait écrire dans la note au bas de la page 353 des procès-verbaux : « La description de cette espèce, dont les types existent dans les matériaux du gîte de Melreux. » Au lieu de Melreux c'est *Grimbiémont* que l'auteur voulait désigner.

Correspondance.

M. G. Hasse, par suite d'empêchement imprévu, s'excuse de ne pouvoir venir à la séance présenter la communication portée à l'ordre du jour.

Le Gouverneur du Brabant a fait parvenir à la Société le subside de la province pour l'exercice 1910.

Le Comité organisateur du XXIIe Congrès de la Fédération archéologique et historique de Belgique nous adresse la circulaire suivante :

Déférant au désir exprimé par les délégués des Sociétés d'Archéologie et d'Histoire de Belgique dans leur réunion du 21 septembre dernier, le *Cercle archéologique de Malines*, qui commémore en 1911 le vingt-cinquième anniversaire de sa fondation, a accepté d'organiser, à cette occasion, le XXIIe Congrès de la Fédération, qui se tiendra du 5 au 10 août de cette année.

Le Cercle archéologique du pays de Waes, à St-Nicolas, a bien voulu participer à cette organisation, en décidant de recevoir les membres du Congrès et de fêter confraternellement avec eux la cinquantième année de son existence.

Une visite à la ville d'Hulst, la pittoresque cité voisine, sur territoire hollandais, corsera le programme de cette journée.

Les congrès d'Archéologie et d'Histoire de Belgique ont toujours joui d'une réputation justement méritée et par le nombre des adhérents et par les progrès qu'ils ont fait accomplir aux sciences complexes et diverses qui font l'objet de leurs délibérations.

Nous ne doutons pas que les membres de votre savante Compagnie tiendront à honneur d'adhérer à ce Congrès et d'y participer activement.

Dans cette intention, nous vous transmettons un certain nombre de bulletins de souscription et nous vous en enverrons davantage à votre demande.

Les dames sont invitées à participer aux travaux du Congrès.

Inutile de vous dire que les souscripteurs jouiront de tous les avantages inhérents au Congrès et en recevront toutes les publications, et ce dans les limites fixées par l'article 4 des statuts de la Fédération, revisé en séance du 31 juillet du Congrès de Liége de 1909, libellé maintenant ainsi qu'il suit : *La cotisation pour les membres de toutes les sociétés adhérentes qui souscrivent par l'intermédiaire du bureau de leur société est fixée à 10 francs. Le taux de cette cotisation est ramené à 5 francs pour les membres des familles des souscripteurs ci-dessus qui ne désirent pas recevoir les publications.*

Cette décision a été le corollaire de celle votée à la même séance et qui consacre la biennalité des Congrès.

Les publications comprendront un guide illustré de Malines, St-Nicolas et Hulst, les mémoires imprimés préalablement au Congrès et le compte rendu y compris la rédaction sténographiée des discussions en séances.

Les frais de voyage pour les excursions à Tessenderloo, Aerschot, Diest, abbaye d'Averbode, Louvain, Turnhout ou Hoogstraeten, que le Comité s'occupe d'organiser, et de participation au banquet seront seuls à la charge des adhérents.

Il nous serait agréable et utile en même temps d'être assurés de la

participation de nos confrères à ces assises pour le 15 décembre prochain, afin qu'il nous soit permis de fixer en temps opportun l'importance du tirage des impressions préalables.

A notre grand regret, il ne nous serait guère possible de donner satisfaction sur ce point aux retardataires.

Programme provisoire.

Samedi 5 aout. — Séance des délégués — Assemblée générale. — Conférence.

Dimanche 6 aout. — Ouverture du Congrès. — Réception par les autorités communales. — Inauguration de l'Exposition des anciennes industries d'art malinoises et folklore. — Visite aux archives et aux monuments civils de la ville. — Banquet.

Lundi 7 aout. — Travaux des sections. — Assemblée générale pour ces travaux. — Concert de carillon.

Mardi 8 aout. — Journée archéologique à St-Nicolas. — Réception officielle à l'Hôtel de ville par les autorités communales. — Inauguration et visite du nouveau Musée archéologique. — Séance plénière et célébration du cinquantenaire du Cercle de St-Nicolas. — Départ pour Hulst. — Réception par les autorités à Hulst. — Visite de l'Hôtel de ville et des archives communales. — Visite de l'église. — Promenade en ville. — Retour à Malines.

Mercredi 9 aout. — Travaux des sections. — Assemblée générale pour ces travaux. — Visite aux églises. — Conférence avec projections lumineuses et Fête de nuit au Jardin botanique.

Jeudi 10 aout. — Excursion, etc., à déterminer ultérieurement. — Séance de clôture à l'endroit terminus de l'excursion.

Vendredi 11 aout. — Éventuellement voyage à Charleroi.

Dons et envois reçus.

M. Mourlon dépose les textes explicatifs des planchettes géologiques publiés par le Ministère de l'Industrie et du Travail.

M. Rutot remet le deuxième mémoire qu'il a publié en collaboration de MM. F. et E. Putzeys, sur l'*Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique*, dont il a bien voulu rédiger un compte rendu bibliographique.

1° Périodiques nouveaux :

6153 Copenhague. Académie royale des Sciences et des Lettres : Bulletin 1892-1910.

6154 Copenhague. Académie royale des Sciences et des Lettres : Mémoires 1904-1908.

6155 Urbana. Illinois Geological Survey. Bulletin : 1907 à 1910.

2° De la part des auteurs :

6156 ... Geological Map of Egypt. Échelle du $^1/_{2\,000\,000}$ (1 feuille). Le Caire, 1910.

6157 ... Geological Map of Egypt. Échelle du $^1/_{1\,000\,000}$ (6 feuilles). Le Caire, 1910.

6158 **Appellöf, A.**, Untersuchungen über den Hummer mit besonderer Berücksichtigung seines Auftretens an den Norwegischen Küsten. Bergen, 1909. Extr. de *Bergens Museum Skrifter, Ny Raekke*, Bd I, n° 1, 77 pages, 3 planches.

6159 **Hecker, O.**, Bestimmung der Schwerkraft auf dem Schwarzen Meere und an dessen Kuste sowie neue Ausgleichung der Schwerkraftsmessungen auf dem Atlantischen, Indischen und Grossen Ozean. Berlin, 1910. Extr. de *Zentralbureau der Internationalen Erdmessung. Neue Folge der Veröffentlichungen*, n° 20, 160 pages et 4 planches.

5261 **Boule, M.**, Les grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé). Tome I, fasc. III. Géologie et paléontologie (suite). Monaco, 1910. Volume grand in-4°, pp. 157-236, pl. XIV-XXIX, fig. 19-33.

6014 **van Waterschoot van der Gracht, W.-A.-J.-M.**, Jaarverslag der Rijksopsporing van delfstoffen over 1909. Amsterdam, 1910. Broch. in-4° de 80 pages, 2 planches et 5 figures.

Communications des membres.

A. Rutot. — Note complémentaire sur l'authenticité des ossements humains quaternaires de Grenelle et de Clichy.

En rentrant de la Dordogne, mon vif désir était d'aller me rendre compte sur place de l'état actuel des choses à Grenelle, en vue des recherches éventuelles qui pourraient être entreprises dans la célèbre localité.

J'ai éprouvé, de plus, une réelle satisfaction de savoir que notre savant confrère M. Gustave Dollfus daignait m'accompagner dans cette course, ses connaissances spéciales sur la géologie parisienne devant être des plus précieuses au cours des recherches futures.

Nous nous sommes rendus d'abord rue Saint-Charles, et la première chose qui nous a frappés est que le prolongement de la rue Balard était déjà en grande partie réalisé

A l'emplacement même des anciennes carrières Hélie et Coulon, la nouvelle rue était tracée et les égouts venaient d'être terminés.

Il n'y a donc plus rien à faire de ce côté.

Pénétrant ensuite dans l'enclos représentant actuellement une partie de l'ancienne carrière Hélie, nous y avons heureusement rencontré un membre de la famille occupé à niveler définitivement le sol de l'ancienne exploitation, afin de l'aplanir complètement et de le livrer à la bâtisse.

Ce parent du « père Hélie » est né après 1870 et il ne connaissait rien des fameuses découvertes faites en 1867-1868 par M. E. Martin, mais à partir de 1885 il s'était trouvé mêlé aux travaux des ballastières et il nous assura de la manière la plus formelle que tout le terrain des carrières Hélie-Coulon, en somme assez vaste, au milieu duquel passe depuis peu la rue Balard prolongée, avait été exploité « à fond » jusque dans ces dernières années, c'est-à-dire jusque plusieurs mètres sous le niveau d'eau.

Seul un terrain contigu situé à l'Est et un terrain maraîcher en plein rapport qui s'étend en face, de l'autre côté de la rue Saint-Charles, devaient être restés intacts.

Le lieu des nouvelles recherches se trouve donc singulièrement réduit, et, de plus, Emile Martin ayant déclaré, en 1868, que les trouvailles se faisaient dans la partie Ouest de la carrière, alors que la partie Est était improductive, c'est encore une condition défavorable que nous avons à enregistrer.

Nous avons alors demandé au parent des Hélie s'il ne se rappelait pas que des ossements et notamment des restes humains eussent été trouvés lors de la dernière période d'exploitation à laquelle il avait personnellement assisté.

La réponse fut des plus intéressantes.

« Certes, nous dit notre interlocuteur, je me rappelle qu'à certaines reprises on a trouvé des os humains au cours des travaux, à tel point qu'il s'était formé une légende parmi les ouvriers. Ceux-ci croyaient à l'existence, à l'emplacement de la carrière, d'un *cimetière de Prussiens* datant de la guerre.

» Personne ne s'intéressant aux ossements découverts, ceux-ci ont disparu à jamais dans les remblais. »

Et voilà ainsi obtenue, d'une bouche autorisée, la triste vérité !

Combien de squelettes chelléens d'une valeur scientifique inestimable ont-ils été détruits de cette façon, en grande partie à cause de

l'insouciance montrée par quelques savants à l'égard des précieuses découvertes des Émile Martin et des Eugène Bertrand?

Nul ne le saura jamais.

Ce qui est certain, c'est qu'un admirable matériel, placé dans les conditions les plus favorables d'étude et d'extraction, a été dissipé.

Il nous restait cependant un espoir.

L'un de mes confrères à la Société préhistorique de France, M. Marcel Hébert, qui s'est vivement intéressé aux recherches à effectuer dans les couches quaternaires des environs de Paris, m'avait indiqué, au n° 357 de la rue Lecourbe, une exploitation en activité offrant une coupe semblable à celle de Grenelle et où des découvertes d'ossements avaient été faites récemment.

Parmi ces ossements, deux avaient été déclarés humains par un docteur en médecine.

M. G. Dollfus et moi nous nous rendîmes rue Lecourbe où nous trouvâmes sans difficulté la ballastière signalée par M. Hébert.

A vol d'oiseau, cette exploitation est située à 400 mètres au Sud-Est de l'ancienne carrière Hélie.

Le propriétaire, M. Avrillaud, nous reçut de la manière la plus aimable et nous confirma la découverte d'ossements à un niveau parfaitement déterminé; il ajouta que, depuis la dernière visite de M. Hébert, d'autres gros ossements avaient été recueillis au même niveau.

En effet, conduits au point signalé, nous nous sommes trouvés en présence d'un beau bassin d'Éléphant, admirablement conservé, mais brisé en plusieurs fragments à cause des difficultés d'extraction.

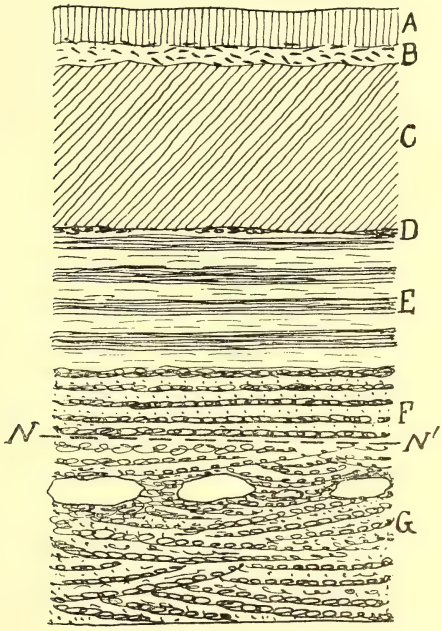
Les os étaient d'un beau blanc, durs lorsqu'ils sont séchés. Il m'a naturellement été impossible de déterminer sur place si nous avions affaire à l'*Elephas antiquus* ou à l'*Elephas primigenius*.

Une belle coupe se montrait à l'extrémité de l'exploitation; nous l'avons donc levée en la complétant par les renseignements qui nous ont été fournis pour ce qui concerne la partie noyée sous le niveau d'eau [1].

---

[1] Le propriétaire de l'exploitation nous a appris que le niveau d'eau actuel, tel que nous le constations, était assez sensiblement plus élevé que celui existant habituellement. C'est que l'exploitation a été envahie par la grande crue du commencement de 1910, et, depuis lors, le niveau n'a baissé que très lentement, ce qui a amené une grande perturbation dans le mode de travail de l'exploitation.

Voici cette coupe :



Coupe d'une exploitation de gravier, située rue Lecourbe, n° 357, a Vaugirard, a 400 mètres Sud-Est de l'ancienne carrière Hélie.

A. Sol végétal noirci 0m40

B. Lit caillouteux irrégulier, à éléments déplacés, base du sol végétal 0m20

C. Masse de limon grisâtre argileux stratifié, facies normal du *limon hesbayen* des géologues belges. 1m60

D. Faible cailloutis, mince, peu visible. 0m02

E. Alternances de strates de sable fin, brunâtre, argileux, et de strates de sable meuble de même couleur. Cet ensemble constitue les *sables gras* 1m50

F. Alternances de gravier et de sable blanchâtre, meuble (*sable aigre*), plus ou moins régulièrement stratifiées . 0m60

N, N'. Niveau d'eau.

G. Gravier à éléments plus gros, avec moins de strates sableuses, montrant, à environ 0m30 sous le niveau d'eau, un lit de gros blocs de grès blanchâtre. C'est à 0m30 sous le niveau de gros blocs que le bassin d'Éléphant et d'autres os, parmi lesquels deux signalés comme humains, ont été recueillis 1m00

Plus bas, le gravier continue et forme le *gravier de fond* de Belgrand.

On voit combien cette coupe ressemble à celle de la carrière Hélie, sauf pour ce qui concerne la partie supérieure.

C'est qu'en effet nous nous trouvons sensiblement plus éloignés de la Seine et que le sol monte insensiblement, ce qui a une influence sur la conservation de la coupe générale primitive.

Dans les parages de la rue Saint-Charles, le délavage des « limons moyens » a été à peu près complet, et il n'en reste plus que des vestiges rubéfiés.

Rue Lecourbe, le manteau des « limons moyens » a été en partie préservé et nous pouvons en constater une épaisseur de $1^{m}60$ au-dessus des *sables gras* sous-jacents.

Et ainsi se trouvent confirmées *en fait* mes prévisions, qui m'avaient convaincu de l'âge *paléolithique ancien*, comme aux environs d'Amiens, du complexe : sable gras, sable aigre et gravier, dans lequel les découvertes d'Émile Martin et d'Eugène Bertrand avaient été faites.

Pour moi, il ne peut plus exister le moindre doute au sujet de l'âge chelléen des ossements de Grenelle et de Clichy, toutes les couches renfermant ces précieux restes ayant été primitivement surmontées du groupe, plus ou moins bien préservé, des « limons moyens », puis de l'Ergeron.

Il restait cependant un dernier point à éclaircir : les ossements de la rue Lecourbe signalés comme humains l'étaient-ils en réalité?

Non. M. Hébert me les ayant envoyés, ils ont été reconnus, par le personnel de la Section de Paléontologie du Musée de Bruxelles, comme appartenant au *Cheval*.

Ainsi s'évanouit encore une espérance, car si les ossements signalés comme humains avaient réellement appartenu à l'Homme, des fouilles systématiques effectuées à l'exploitation de la rue Lecourbe s'imposaient.

La partie doit-elle donc être considérée comme perdue?

Certes, elle est bien compromise, car nous nous trouvons de vingt ans en retard.

Si les recherches avaient pu commencer vers 1890, de précieuses pièces auraient sans doute pu encore être exhumées.

Aujourd'hui, tout espoir d'augmenter nos connaissances relatives aux races chelléennes se reporte sur le terrain non fouillé bordant à l'Est la clôture de l'ancienne propriété Hélie. Bien que, d'après Émile Martin, les découvertes se soient faites surtout vers l'Ouest, la grande proximité du terrain resté intact avec l'ancienne carrière Hélie permet toujours un certain espoir. Si l'on se décide à faire un effort de ce côté, il faudra donc marcher vite.

Il était naturel que, après m'être rendu à Grenelle, j'aille visiter les vénérables restes conservés au Museum d'Histoire naturelle.

C'est ce que j'ai fait. En compagnie de M. G. Dollfus, j'ai longuement examiné les crânes fracassés et les ossements mutilés de nos ancêtres, et leur aspect blanc mat correspond bien à celui des ossements d'Éléphant et de Cheval recueillis rue Lecourbe.

De plus, j'ai pu faire une constatation intéressante que le Dr H. Klaatsch, de passage à Paris, m'avait déjà annoncée.

J'ai vu, avec une grande satisfaction, que le crâne néanderthaloïde de Clichy, conservé au Musée de la Ville de Paris, avait pris place dans les vitrines du Museum.

A. Rutot. — Note sur les nouvelles trouvailles de squelettes humains quaternaires dans le Périgord.

I. — A propos de l'age de l'Homme de Combe-Capelle.

La découverte sensationnelle du squelette humain faite l'an dernier au Roc de Combe-Capelle, non loin de Montferrand-du-Périgord, par M. O. Hauser avait vivement attiré l'attention des anthropologistes sur ces précieux restes, en raison même de leur facies non-néanderthaloïde.

Bientôt des photographies de face et de profil du crâne sont arrivées à notre connaissance, puis, le squelette ayant été très exactement moulé, nous avons pu l'étudier à notre tour en comparant nos observations à celles publiées par le Dr Klaatsch, professeur à l'Université de Breslau, qui avait assisté à l'extraction des ossements (1).

En raison de ses caractères non-néanderthaloïdes, d'une part, et de ses relations reconnues par le Dr Klaatsch avec le crâne de G. Ney-Hill et ceux de Brünn et de Chancelade, le crâne de Combe-Capelle m'avait tout particulièrement intéressé, et sa valeur documentaire de tout premier ordre m'avait engagé à en parler dans mon travail intitulé *Coup d'œil synthétique sur l'époque des cavernes* (2), d'après le peu que j'en savais à ce moment.

---

(1) Voyez H. Klaatsch et O. Hauser, *Homo aurignacensis Hauseri, ein paläolitischer Skeletfund aus dem unteren Aurignacien der Station Combe-Capelle bei Montferrand (Périgord).* (Praehistorischen Zeitschrift, t. I, 1910.) — Profr Dr H. Klaatsch, *Die Aurignac Rasse und ihre Stellung im Stammbaum der Menschheit.* (Berliner anthropologische Gesellschaft. Zeitschrift für Ethnologie, 1910.)

(2) *Bull. Soc. belge de Géologie.* Bruxelles, t. XXIII, 1909.

Ce peu ne me satisfaisait guère, et, l'étude du Dr Klaatsch ne m'ayant pas apporté la connaissance de tous les faits que je désirais savoir, je me décidai à accepter l'invitation que M. O. Hauser me faisait de me mener sur place, puis de me montrer les découvertes d'industries effectuées dans le gisement.

C'est du résultat de ma visite au Roc de Combe-Capelle que je désire d'abord entretenir mes confrères de la Société belge de Géologie.

Disons en commençant que les premières fouilles au Roc de Combe-Capelle datent de 1907.

Depuis longtemps le nom de Combe-Capelle était connu dans la science, et des silex taillés ainsi étiquetés étaient répartis dans les collections locales.

Mais ces silex, fortement patinés en blanc, de l'âge approximatif de l'Acheuléen II étaient répandus à la surface du sol, sur un versant rapide situé à quelques mètres en dessous du Roc ou Abri de Combe-Capelle, dont le pied était encombré d'éboulis.

D'après ce que l'abbé Breuil rapporte (1), en 1907, M. Villeréal, maire de Montferrand-du-Périgord, fit ouvrir des fouilles sous l'abri, dont les résultats déroutèrent fortement les idées qu'il avait puisées dans *Le Préhistorique* de G. de Mortillet sur la succession des industries dans les cavernes françaises; si bien que, grâce à des intermédiaires, l'abbé Breuil fut invité à aller visiter les fouilles.

Vu les solides connaissances et le coup d'œil qu'on lui reconnaît, le zélé préhistorien français en arriva à établir la coupe suivante, comprenant tout ce qu'il avait vu, en partant du haut :

1° Éboulis assez gros;

2° Éboulis plus fin avec, à la base, un petit niveau solutréen (Solutréen supérieur);

3° Gros éboulis de grands blocs tombés de la voûte avec, vers le bas, un second petit niveau solutréen (Solutréen moyen) (2);

---

(1) H. Breuil, *L'Aurignacien présolutréen. Épilogue d'une controverse.* (Revue préhistorique, t. IV, 1909.)

(2) M. H. Breuil dit « Solutréen moyen », mais je crois qu'actuellement il vaut mieux dire Solutréen inférieur, la tendance étant de diviser le Solutréen en deux niveaux : l'un inférieur à pointes solutréennes sans pointes à cran, l'autre supérieur, avec pointes à cran. Le niveau à « pointes proto-solutréennes » serait alors rangé dans l'Aurignacien supérieur.

4° Niveau important et continu appelé « de transition du Proto-Solutréen à l'Aurignacien »;

5° Niveau stérile;

6° Niveau important et continu, caractérisé comme « Aurignacien moyen et supérieur »;

7° Niveau stérile;

8° Niveau important, Aurignacien (moyen) typique, très riche, apparaissant au bord de la terrasse et reposant sur le plancher rocheux jusqu'au ressaut de celui-ci en marche d'escalier, au-dessus duquel le niveau industriel ne se montre pas.

Les fouilles avaient été entreprises dans la partie de l'abri, à droite du spectateur.

Quelque temps après la visite de l'abbé Breuil, les fouilles cessèrent, et le droit d'exploration fut acquis par M. O. Hauser, qui reprit la fouille du gisement en commençant du côté gauche de l'abri, de manière à marcher vers les premières excavations.

D'abord M. Hauser retrouva les couches décrites et dénommées par l'abbé Breuil [1] et, en s'avançant, il arriva jusqu'à une grosse dalle formant ressaut brusque, déjà atteinte par les premiers explorateurs et au bas de laquelle semblait buter le beau niveau Aurignacien moyen du fond ; mais en continuant à creuser vers le fond de l'abri, la dalle montra qu'elle se terminait avant d'atteindre la paroi verticale et l'intervalle ainsi délimité avait été trouvé comblé de débris industriels de l'Aurignacien moyen.

Au moment de ma visite, la dalle, en tuffeau jaunâtre, avait été entièrement dégagée, et son relief apparaissait distinctement; bien que faisant partie du sol rocheux, elle en était détachée par un joint de stratification.

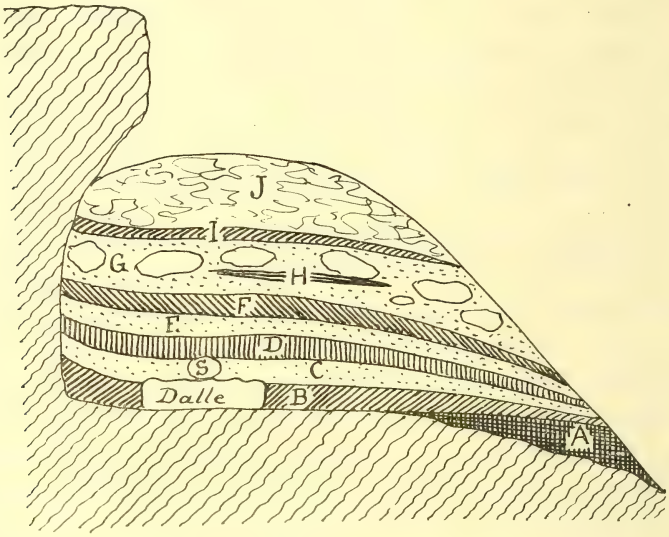
C'est au milieu de cette dalle qu'avait été trouvé étendu le squelette, et la partie centrale de la dalle montrait un creux artificiel obtenu

---

[1] En réalité, et n'ayant probablement pas eu connaissance de l'importante note citée ci-dessus de l'abbé Breuil, M. Hauser a profité d'une visite de M. E. Baechler, directeur du Musée Saint-Gall (Suisse) et explorateur du Wildkirchli, pour lui demander de lever la coupe. Cette coupe figure dans le travail de MM Hauser et Dr Klaatsch : *Homo Aurignacensis Hauseri*..., cité ci-dessus, mais je la considère comme sensiblement moins exacte que celle donnée par l'abbé Breuil, dont en août 1910 j'ai pu vérifier la parfaite exactitude. La coupe de M. Baechler est datée 12 septembre 1909. La découverte du squelette a été faite le 26 août 1909; l'enlèvement du squelette a commencé le 12 septembre, sous la direction du Dr Klaatsch.

par battage ou écrasement avec grattage, dans lequel était logé le sacrum.

La tête se trouvait à environ 0m60 du point où les premières fouilles avaient été arrêtées; on sait qu'elle était accompagnée d'une couronne formée de l'association de deux coquilles actuelles : *Nassa reticulata* et *Littorina littorea*.



Coupe approximative de l'abri du Roc de Combe-Capelle, levée le 29 août 1910.

A. Niveau noir inférieur. Aurignacien inférieur du type de l'abri Audi.

B. Niveau noir. Aurignacien moyen typique.

C. Lit stérile. *S*, tête du squelette reposant sur la dalle.

D. Niveau noir. Facies supérieur de l'Aurignacien moyen.

E. Lit stérile.

F. Niveau à industrie de l'Aurignacien supérieur avec pointes de la Font Robert.

G. Niveau pierreux avec un petit niveau Solutréen inférieur (*H*).

I. Niveau mince à industrie du Solutréen supérieur (pointes à cran).

J. Éboulis.

Il y avait donc eu inhumation évidente, et l'existence d'un rite funéraire était encore accentuée par le dépôt, en divers points du squelette, d'instruments de choix de type moustérien. Mais depuis peu, une autre découverte avait été faite, très intéressante et dont la valeur scientifique

ne paraissait pas avoir été reconnue par M. Hauser. Celui-ci, en fouillant le plancher de l'abri pour arriver partout au roc, jusqu'au bord de la terrasse, remarqua que vers la périphérie le rocher s'affaissait assez rapidement et qu'une nouvelle couche noire, très riche en silex, se développait, l'épaisseur augmentant à mesure qu'on s'avançait vers le bord. Cette nouvelle couche ne pénétrait pas sous l'abri et n'atteignait nulle part la dalle funéraire.

M. Hauser considérait la nouvelle couche comme moustérienne.

Une fouille spéciale, pratiquée sous mes yeux, montra à l'évidence que nous nous trouvions en plein bel Aurignacien inférieur du type de l'Abri Audi, avec les couteaux typiques à dos abattu de cet abri. Parmi des débris d'ossements retirés de ce niveau figuraient deux fragments de diaphyses portant des stries parallèles, semblables à celles de la station de la Quina (Charente).

Cette constatation et celles faites relativement aux circonstances de l'inhumation me firent alors voir les choses autrement qu'elles avaient été interprétées jusqu'alors, et d'après la coupe approximative [1] de l'abri (voir p. 366), voici la suite probable des faits qui se sont passés sous et autour de l'abri.

1° Non loin, mais au-dessous de l'abri, une faible tribu de la fin de l'Acheuléen II avait délaissé ses instruments caractéristiques à la surface du sol, puis avait disparu.

2° Pendant le Moustérien (moyen?), une tribu moustérienne, ayant perdu un de ses membres, l'inhuma en déposant son cadavre sur la dalle, formant relief sur le sol de l'abri, la tête parée de sa couronne de coquilles; puis les outils et les armes du défunt furent répartis plus ou moins symétriquement sur les membres, et la sépulture fut abandonnée.

3° Plus tard, une famille à industrie aurignacienne inférieure du type de l'Abri Audi vint s'installer au pied du rocher, en rejetant tous ses débris vers la périphérie de la terrasse.

4° Plus tard encore, une importante famille occupa l'abri entièrement et répandit ses débris, outillage et restes de nourriture, sur toute l'étendue du plancher de la terrasse, sauf sur la dalle funéraire où se trouvait toujours étendu, et visible, le squelette de l'ancêtre mousté-

---

[1] Je dis approximative, parce que je la considère comme un simple croquis à vue et non comme un levé exact et détaillé, qui aurait pris un temps beaucoup plus considérable que celui dont je disposais. J'espère que l'abbé Breuil sera mis à même de lever la coupe avec toute l'exactitude désirable.

rien. Je suis entièrement d'accord avec l'abbé Breuil pour admettre que l'industrie de ce niveau correspond exactement à l'Aurignacien moyen; on y trouve de nombreux grattoirs carénés dits *Tarté* et tous les outils : grattoirs, racloirs sur lames, burins à biseau taillé, caractéristiques. M. Hauser y avait aussi recueilli d'assez nombreux poinçons en os, mais pas encore de pointe d'Aurignac.

Toutefois, j'ai fait remarquer à M. Hauser combien les débris de nourriture étaient abondants et serrés, ce qui nécessitait, de la part des fouilleurs, des coups de crochet peut-être trop énergiques. Dans ces conditions, il eût été matériellement impossible de sauver une pointe d'Aurignac engagée dans le magma osseux, de sorte qu'il ne serait pas prudent d'affirmer qu'il n'existe pas de pointe d'Aurignac à Combe-Capelle, et il faudra, au contraire, les chercher avec soin [1].

5° Un petit amas de pierraille stérile est venu recouvrir entièrement le plancher et s'est probablement étendu sur le squelette, de manière à le dissimuler assez complètement pendant une absence des Aurignaciens.

6° Ceux-ci sont revenus, mais avec une industrie en évolution. Ils n'ont plus vu le squelette, maintenant légèrement enfoui sous des éboulis, et ils ont dispersé leurs restes de repas et d'outillage sur toute l'étendue du nouveau plancher surhaussé de l'abri.

L'industrie de ce niveau est encore, en gros, l'Aurignacien moyen, mais parvenu à peu près à son stade final. On y trouve des grattoirs Tarté, plus rares et d'autres de types variés, des burins; mais les « couteaux de la Gravette », sortes de longues lames à dos abattu, résultant de l'évolution des couteaux de l'Abri Audi, puis de Châtelperron, commencent à faire leur apparition et à annoncer l'approche du stade Aurignacien supérieur.

M. Hauser y a trouvé notamment une pointe de sagaie avec biseau et un poinçon long avec traits gravés.

---

[1] Un fait qui montre combien les recherches doivent être exécutées soigneusement, c'est que l'abbé Breuil dit que lorsque son confrère l'abbé Bouyssonie a visité les fouilles de M. Villeréal, il a fait l'inventaire des ossements travaillés recueillis dans l'Aurignacien moyen et il y a constaté la présence d'une *pointe d'Aurignac à base fendue* et une autre à base non fendue, plus des poinçons divers, une spatule, un ciseau (lissoir?), un tube à couleur (ocre) grossièrement orné, deux pendeloques d'ivoire, etc. Il est donc bien constaté que la pointe d'Aurignac existe au niveau Aurignacien moyen à Combe-Capelle. M. Breuil est toutefois d'avis que quelques-uns des objets cités ci-dessus proviennent probablement du niveau immédiatement supérieur. Les ossements de Renne sont abondants.

7° Au-dessus d'un faible niveau d'argile rougeâtre sableuse à peu près stérile a eu lieu une nouvelle occupation de l'abri, et un nouveau lit s'étend sur tout le gisement.

L'industrie des nouveaux occupants a sérieusement évolué. Parmi les pièces vues parmi les matériaux recueillis par M. Villeréal, M. l'abbé Breuil cite principalement plusieurs belles pointes de flèche du type de la Font-Robert, des lames de la Gravette, des « pointes » plus ou moins retouchées « à la Solutréenne », mais sur une seule face (pointes dites proto-solutréennes), des grattoirs divers, jamais carénés, des perçoirs sur bout de lames, etc.

C'est bien là le caractère propre à l'Aurignacien supérieur, les « pointes de la Font-Robert » et les « lames de la Gravette » jouant ici un rôle principal.

Ni M. Breuil ni M. Bouyssonie n'avaient remarqué d'œuvre d'art à ce niveau, mais M. Hauser y a trouvé, outre les pointes de la Font-Robert, que j'ai aussitôt reconnues, et les lames de la Gravette, des dents percées, divers objets en os et une très jolie pendeloque de type spécial déjà connu.

Les découvertes de M. Hauser ont donc entièrement confirmé les conclusions de l'abbé Breuil, de sorte que, encore ici, l'accord est complet, nous nous trouvons en présence d'un magnifique niveau de l'Aurignacien supérieur.

8° Le départ de la famille de l'Aurignacien supérieur a sans doute été amené par la chute de quelques gros blocs de la partie en porte-à-faux de l'abri, mais, pendant un moment de répit, a eu lieu le passage d'une petite troupe à industrie solutréenne, celle-ci représentée simplement par des fragments de « pointes solutréennes » du niveau de Solutré, ou Solutréen inférieur.

Je ne me rappelle pas exactement si M. Hauser a retrouvé ce niveau ; il me semble ne pas l'avoir vu représenté dans ses collections, mais l'observation notée par l'abbé Breuil est bien réelle et elle reste acquise.

9° La chute de très gros blocs de roche a rapidement mis fin à la faible occupation solutréenne, mais, au-dessus des gros éboulis, l'abbé Breuil nous montre encore l'existence d'une nouvelle occupation solutréenne, mais caractérisée, cette fois, par la présence des « pointes à cran » qui indiquent si bien le Solutréen supérieur.

Les fouilles de M. Hauser ont, une fois de plus, confirmé le bien fondé des observations de l'abbé Breuil, car nous avons vu, d'abord sur place, le niveau dont il est question, puis les collections nous ont

montré une série de pointes à crans tout à fait typiques, associées à des « feuilles de laurier » brisées.

Quelles conséquences peut-on tirer de cet ensemble de faits?

D'abord qu'à Combe-Capelle, comme en beaucoup d'autres points, l'ensemble des trois niveaux aurignaciens se trouve, typiquement représenté, *en dessous des niveaux solutréens,* ce qui avait été contesté, mais ce qui actuellement est devenu incontestable, et il n'y aura plus à y revenir.

Ensuite, comme à Spy, les trois niveaux caractéristiques de l'Aurignacien, dans leur ordre chronologique, se sont encore une fois affirmés de la manière la plus catégorique.

Enfin, M. Hauser a eu tort de baptiser trop tôt son homme de Combe-Capelle en le dénommant *Homo aurignacensis.* A mon avis, il devient un nouvel *Homo mousteriensis* qui n'a plus rien de commun avec celui, du type de Neanderthal, trouvé par M. Hauser au Moustier.

Un temps prochain viendra où il faudra s'entendre pour donner à tous ces précieux documents un nom scientifique en rapport avec ce qu'ils représentent.

Retenons donc, pour le moment : 1° que l'homme de Combe-Capelle représente une véritable inhumation moustérienne, car les silex se trouvant en contact direct avec le squelette sont rapportables au Moustérien; 2° qu'il n'est pas de la race de Neanderthal; 3° qu'il se rapporte à la race dite de Galley-Hill, qui est apparue en même temps que l'institution de la « taille intentionnelle » du silex et a ainsi été cause de l'instauration du régime paléolithique succédant au régime éolithique; 4° que par le fait de sa coexistence avec des individus du type de Neanderthal, la preuve de l'existence de descendants peu évolués de la race primitive, vivant à côté de descendants de type élevé, met dans l'obligation d'attribuer l'industrie paléolithique des cavernes aux représentants de la race élevée, alors qu'on l'attribuait généralement jusqu'ici aux descendants peu évolués de la race primitive désignée sous le nom de race de Neanderthal.

II. — Sur l'authenticité du squelette féminin non néanderthaloïde, rencontré par M. Ém. Rivière dans l'abri Bourgès, au Moustier (Dordogne).

Chacun sait, maintenant, que la falaise qui surplombe la Vézère, au Moustier, montre trois niveaux d'abris : un tout à fait inférieur, élevé d'à peine quelques mètres au-dessus des eaux de la rivière; un moyen,

situé à une dizaine de mètres plus haut, et un supérieur, visible sous le sommet de l'escarpement.

Le niveau supérieur a fourni peu de chose, les deuxième et troisième niveaux ont été très productifs.

Du niveau moyen sont sorties d'énormes quantités de silex et d'ossements brisés, répartis dans des couches superposées allant jusqu'à l'Aurignacien moyen; mais la série d'abris inférieurs a fourni non seulement une formidable quantité d'objets, mais elle a aussi permis de recueillir deux squelettes humains qui ont eu des destinées bien différentes.

Celui qui s'est imposé immédiatement dans la science a été trouvé par M. O. Hauser en mars 1908, officiellement constaté le 10 avril suivant et enlevé devant un groupe de savants allemands en août de la même année.

Par de nombreuses photographies, moulages et descriptions (1), on sait que ce squelette humain, trouvé en place à environ $0^{m}50$ sous la surface du remplissage, appartient à un individu masculin, d'environ 17 à 18 ans, du type de Neanderthal. La trouvaille a été faite à la station inférieure du Moustier qui, sur le plan de M. Hauser, porte le numéro 44. Le squelette était accompagné de silex de type moustérien inférieur, avec beaux coups-de-poing assez nombreux et d'ossements brûlés ou non, de *Bos primigenius,* notamment.

Tous ces faits sont entrés actuellement dans le domaine scientifique incontesté.

L'autre squelette, découvert le 29 août 1896, aura mis plus de temps à s'imposer.

Si, de la route qui longe la falaise du Moustier, on regarde le bas de l'escarpement, on voit que cette base constitue un long abri-sous-roche, continu, qui, aux temps récents, a été divisé entre divers propriétaires, lesquels y ont établi des murs et de petites constructions.

A la droite du spectateur est la propriété Brétenet, à gauche est la propriété Bourgès.

D'après ce que nous apprend M. Ém. Rivière dans une série de notes successives (2), c'est le 29 août 1896 que fut découvert par hasard le

---

(1) Prof. Dr H. Klaatsch et O. Hauser. *Homo mousteriensis Hauseri. Ein altdiluvialer Skeletfund im Departement Dordogne, und seine Zugehörigkeit zum Neandertaltypus.* (Archiv für Anthropologie, 1909.)

(2) Émile Rivière, *Le squelette humain de Moustier (Dordogne).* Congrès de Périgueux, 1905. — *Découverte d'un squelette humain chelléo-moustérien au Moustier-de-Peyzac.* Congrès de Chambéry, 1908. — *Antiquité paléolithique du squelette humain du Moustier-de-Peyzac.* (Bull. Soc. préhist. de France, 1909. Communication relative aux mensurations de la mâchoire inférieure, faite, en 1910, au Congrès de Tours.

squelette, dans une fouille faite pour l'établissement d'un mur séparant les deux propriétés.

L'auteur de ces notes, ayant été informé de la trouvaille, arriva au Moustier le 3 septembre.

Malheureusement pour les nécessités du travail, le squelette avait déjà dû être enlevé, mais l'opération avait été conduite avec assez de soin par une personne habituée aux fouilles, et les seuls dégâts consistaient dans la perte de quelques dents au maxillaire inférieur et la rupture de quelques os.

Il fut aisé de constater que le squelette gisait couché en plein dépôt paléolithique, à $0^{m}55$ en dessous de la surface. Le corps était étendu sur le dos, horizontalement; il reposait sur un foyer; en outre, les membres étaient allongés, la bouche grande ouverte, les deux mâchoires étant maintenues séparées par un durcissement bréchiforme.

Il est utile de faire remarquer qu'aucune fouille n'avait été pratiquée dans l'abri Bourgès, et il n'y avait nulle part trace de remaniement.

D'après M. Ém. Rivière, le squelette serait celui d'une femme adulte dont la taille pouvait être de $1^{m}60$.

Lors de la trouvaille, les dents étaient au complet et elles portent des commencements d'usure.

La faune environnante est représentée par le *Bos primigenius* et le *Renne,* ainsi que par un fragment de molaire de *Rhinoceros,* un débris de *Lepus* et quelques os d'oiseaux.

L'industrie comprend l'outillage moustérien habituel, mais mal représenté; il était facile de voir que c'était sous l'abri Bourgès qu'avaient été effectués le débitage et la taille du silex. C'était un atelier où les éclats non utilisés abondaient. Il y avait aussi une ébauche de coup-de-poing et, plus loin, d'autres pièces semblables bien achevées.

M. Rivière insiste pour déclarer qu'il n'a rencontré aux alentours du squelette ni coquille, ni dent percée, ni objet de parure, ni outil en os.

Un peu plus tard, le précieux fossile fut transféré à Paris, au domicile de M. Ém. Rivière, où il se trouve encore aujourd'hui.

Pendant une dizaine d'années, par suite de causes diverses, l'étude des ossements du Moustier ne put être entreprise, et la première mention de l'existence du squelette fut faite au premier Congrès de la Société préhistorique de France, à Périgueux, en 1905.

Le bruit fait par la découverte de M. Hauser, dans le prolongement de l'abri Bourgès, dans le même milieu, à la même profondeur, engagea M. Rivière à faire de nouvelles fouilles en 1908 et à exposer au Congrès de Chambéry le résultat complet des recherches.

Mais, contrairement à ce que l'on aurait pu croire, ce nouveau travail fut accueilli avec défiance; des critiques se firent jour et bientôt se produisirent des accusations concluant à la non-authenticité de la découverte.

Bien que se bornant à des insinuations non fondées sur des preuves ou sur des faits, les contradicteurs finirent par faire adopter leur avis à des personnes entièrement sympathiques à M. Ém. Rivière, et ce n'est certes pas la présentation d'une partie du crâne, faite devant la Société préhistorique de France, à la séance du 25 mars 1909, qui fit prendre une meilleure tournure à l'affaire.

Cependant, M. Rivière avait tout un magnifique passé de recherches couronnées de succès; n'avait-il pas fait connaître l'*Homme de Menton* et, dans la suite, plusieurs autres squelettes humains des mêmes cavernes?

D'où vient donc que cette fois M. Rivière n'a pu entraîner la conviction de ses confrères?

Parce que, il faut le dire, M. Rivière ne paraissait pas convaincu lui-même et qu'il se crut obligé, dans sa deuxième note (Congrès de Chambéry), de plaider les circonstances atténuantes.

Et pourquoi M. Rivière ne paraissait-il pas convaincu?

Tout simplement parce que son squelette n'avait pas les caractères néanderthaloïdes attendus et escomptés.

La femme, trouvée *certainement* en milieu moustérien, se permettait de ne pas présenter de caractères d'infériorité *évidente;* elle avait un *aspect*... néolithique!

Et cette année même, au Congrès de Tours, M. Rivière, revenant sur sa découverte du Moustier et énumérant les dimensions et les indices de la mâchoire inférieure du sujet, tout en insistant sur son absolue authenticité, déclarait encore, avec regret, et s'excusait de ce que les caractères observés fussent plutôt... néolithiques!

Si M. Ém. Rivière n'avait donc pas eu, pour s'appuyer solidement, les circonstances du gisement, le terrible « aspect néolithique » aurait suffi pour qu'il abandonnât de lui-même sa magnifique découverte.

Il est à regretter que M. Rivière se soit laissé ainsi influencer par les idées courantes de la majeure partie de ses compatriotes, qui admettent comme chose définitivement acquise et démontrée que l'Humanité, aux temps si peu anciens du Moustérien, en était encore uniquement au stade de Neanderthal et que ce sont des individus de ce type primitif qui, en qualité de successeurs déjà évolués des inventifs Chelléens et des habiles Acheuléens, ont façonné les outils moustériens et aurignaciens!

Sorti depuis longtemps de cette mentalité étroite et convaincu de l'existence, depuis le Strépyien, c'est-à-dire depuis l'aurore du Paléolithique, d'un stade d'humanité beaucoup plus élevé que celui de la race de Neanderthal et appartenant à *Homo sapiens*, j'ai rapidement secoué la torpeur des appréciations courantes et je me suis promis d'aller, aussitôt le Congrès de Tours terminé, étudier sur place, au Moustier, le problème.

Or, M. Hauser a pu me montrer, d'une part, dans la partie de l'abri qu'il exploite, le point précis de la découverte de son squelette du type de Neanderthal, et alors, en passant à gauche, de l'autre côté d'une petite construction, on arrivait à l'emplacement de la découverte de M. Rivière.

Ainsi qu'on a pu le constater, les deux squelettes, trouvés en milieux identiques et de même âge, gisaient à la même profondeur : environ $0^{m}50$ en dessous de la surface du remplissage et, en conséquence, leur synchronisme parfait s'impose.

Les deux squelettes sont de même âge et, faut-il le dire, si la pièce de M. Hauser a été acceptée sans difficultés, c'est que, heureusement pour elle, elle avait un aspect non « néolithique », mais néanderthaloïde.

Si M. Hauser avait découvert la pièce de M. Rivière, il est certain qu'il se serait trouvé devant de nombreuses défiances.

Pour ce qui me concerne personnellement, après vérification sur place, je n'hésite pas un instant à admettre la parfaite authenticité, comme Moustérien, du squelette «à aspect néolithique» de M. Rivière.

Et maintenant une chose s'impose à bref délai : c'est la description, avec bonnes planches photographiques, du squelette féminin du Moustier, dont il est, enfin, temps de connaître la race. Cela n'a déjà que trop duré !

D'après quelques renseignements que nous donnait verbalement M. Rivière lors du Congrès de Tours, il y a lieu de croire que le squelette pourrait se rapporter, comme l'homme de Combe-Capelle, à la race de Galley-Hill.

Et maintenant quelques constatations s'imposent.

La découverte de Galley-Hill même nous montre que c'est l'homme de ce type, à crâne très dolichocéphale, à front assez élevé, à arcades sourcilières peu prononcées, à orbites carrées, à mâchoire inférieure tombant verticalement, sans s'infléchir en arrière ou en avant, qui a imaginé la *taille intentionnelle* du silex, changeant ainsi la face du monde, car, depuis l'origine lointaine de l'Humanité, celle-ci croupissait dans la mentalité stagnante éolithique.

Cette race de Galley-Hill, premier stade, sans doute, de l'*Homo sapiens*, a, d'une part, persisté et, d'autre part, évolué, de sorte qu'à Paris, à l'époque chelléenne, nous constatons d'abord à Grenelle, dans les « graviers de fond », un individu à crâne de Galley-Hill qui, certes, est bien à sa place, puis, un peu plus haut, à Grenelle et à Clichy, apparaissent, en compagnie de débris à type primitif, des individus encore dolichocéphales, mais sensiblement plus évolués que les Galley-Hill et que nous pouvons dénommer « Pré-Cro-Magnons ».

Enfin, un peu plus haut encore, au niveau où s'effectua la transition du Chelléen à l'Acheuléen, se montrent subitement des individus brachycéphales de type « laponoïde ».

Laissant de côté les ossements humains d'âge acheuléen, en ce moment en revision, nous en arrivons au Moustérien, et alors nous nous trouvons en possession des matériaux suivants :

Squelette du Moustier, de M. Hauser. Neanderthal.

Squelette de la Ferrassie, de M. Peyrony. Neanderthal.

Crâne d'enfant du Pech de l'Azé, de M. Peyrony. Neanderthal?

Squelette de Combe-Capelle, de M. Hauser. Galley-Hill.

Squelette féminin du Moustier, de M. Rivière. Galley-Hill?

Pour le Moustérien, nous voici donc maintenant en présence de matériaux de tout premier ordre, montrant enfin, à l'évidence, que les cavernes du Périgord — et les autres — abritaient au moins deux types humains : 1° les uns du groupe néanderthaloïde, à caractères primitifs, représentant la survivance, à l'époque moustérienne, de l'Humanité primitive à mentalité stagnante (*Homo primigenius*), qui ne s'est jamais servie que d'éolithes; 2° les autres, du groupe de Galley-Hill, survivance un peu évoluée à l'époque moustérienne du premier stade de l'*Homo sapiens*, à mentalité évolutive et progressive, inventeur de la *taille intentionnelle* du silex, à qui est due la transformation du stade éolithique de l'Humanité au stade paléolithique, puis aux suivants.

Or, si à la fin de l'époque chelléenne [1] il existait, outre la survivance des Néanderthaloïdes, des tribus de Pré-Cro-Magnons et de brachycéphales, on conçoit qu'il y aurait toute possibilité de retrouver des survivants de ces dernières races à l'époque moustérienne.

C'est ce que des découvertes ultérieures confirmeront probablement.

---

[1] A. Rutot, *Revision stratigraphique des ossements humains quaternaires de l'Europe*, 1re partie *Les ossements parisiens de Grenelle et de Clichy*. (Bull. Soc. belge de Géol., etc., Bruxelles, t. XXIV, 1910.)

Pour terminer, je déclarerai ici que j'ai modifié ma manière de voir pour ce qui concerne les contacts entre descendants des Primitifs et les représentants de *Homo sapiens* à l'époque des cavernes.

J'ai cru d'abord que ces rapports ne pouvaient être qu'hostiles et que Néanderthaloïdes et Galley-Hill s'excluaient; mais depuis ma découverte d'éolithes, intimement mélangés à l'industrie de l'Aurignacien inférieur (type de la Quina), dans la caverne de Fond-de-Forêt (province de Liége), découverte qui s'était déjà présentée au Moustier (abris du niveau moyen) et qui vient d'être confirmée par une constatation faite sur place, en compagnie de M. Hauser [1], à la Micoque (Dordogne), je suis d'avis que gens de Neanderthal et Paléolithiques vivaient ensemble, les premiers réduits en esclavage et pouvant servir, en cas de besoin, de nourriture.

Les Éolithiques, ne possédant que des outils, devaient, comme les Tasmaniens, être de pauvres créatures paisibles et inoffensives, sachant à peine parler, que l'on capturait et qui servaient d'esclaves à tous usages. C'est sans doute la raison qui a permis aux populations néanderthaloïdes de vivre, pendant longtemps encore, en marge de la société paléolithique.

*
* *

Je termine ce travail par un vœu.

De graves dissentiments s'étant élevés entre M. O. Hauser et certains préhistoriens français, ceux-ci en sont arrivés à vouloir faire prendre, par le Gouvernement, des mesures de rigueur envers l'explorateur suisse dont les travaux et les découvertes sont suivis avec un vif intérêt par les préhistoriens de tous les pays.

Arrêter M. Hauser dans ses actives recherches équivaudrait à causer à la science internationale un énorme préjudice.

Il y a mieux à faire que tout cela, car une entente serait hautement désirable.

On peut certes dire des fouilles de M. Hauser qu'elles s'effectuent

---

[1] Pendant mon séjour dans la Dordogne, j'ai, naturellement, été visiter le célèbre gisement de la Micoque dont on voit aujourd'hui le fond Or, entre deux niveaux d'où M. Hauser extrait des instruments amygdaloïdes typiques, j'ai constaté la présence d'un niveau très riche, uniquement composé de très caractéristiques éolithes ressemblant à ceux de Fond-de-Forêt. Ce niveau, empâté dans une brèche dure, n'avait nullement attiré l'attention jusqu'ici; j'ai prié M. Hauser de l'explorer et de bien vouloir me faire parvenir des matériaux pour étude et détermination. Tous les éléments de ce niveau sont durcis et ont les angles plus ou moins arrondis par usure.

en ce moment sans contrôle scientifique bien établi, mais je suis persuadé que celui-ci admettrait sans difficulté que le représentant le plus autorisé de la science française, pour les questions relatives aux cavernes, l'abbé Breuil par exemple, soit prié de se rendre à l'emplacement des stations fouillées par M. Hauser, en vue d'en lever la coupe d'après sa méthode et de fournir les instructions nécessaires pour que les travaux fussent conduits selon une idée directrice, en vue de problèmes en suspens qui attendent leur solution.

Cette question de détermination des niveaux des cavernes *par une même personne dont l'autorité est reconnue de tous* est capitale et les divergences constatées au sujet du si important gisement de Combe-Capelle, où l'interprétation de l'abbé Breuil et la mienne sont assez en désaccord avec celle de M. Baechler de Saint-Gall, montrent qu'il est grand temps d'établir l'unification désirée.

Pour Combe-Capelle seulement, qui sera complètement vidé dans peu de temps, il a suffi d'une visite rapide pour que l'âge du fameux squelette et de quelques niveaux déterminés par M. Baechler soit remis en question.

Or, cela n'est pas tolérable; les plus belles et les plus brillantes découvertes faites dans des conditions stratigraphiques merveilleuses risquent, dès la fouille terminée, de laisser la science dans une perpétuelle incertitude.

Il est donc, à mon avis, de la plus haute importance que M. Hauser invite l'abbé Breuil à visiter en détail toutes les stations qu'il explore, afin qu'il en soit dressé une coupe directement comparable à celle des cavernes déjà étudiées et qui puisse servir de point de repère.

Cette coupe n'aurait rien d'officiel et personne ne serait obligé de l'accepter; comme tout le reste, on pourrait toujours la discuter; mais, au moins pour tous ceux qui ont la plus grande confiance dans le savoir et dans le coup d'œil de M. Breuil, il existerait une coupe dressée selon un plan d'ensemble uniforme et qui serait des plus précieuses dans le cas de discussion de l'un ou de l'autre point particulier.

Pour ce qui concerne Combe-Capelle, je crois utile de jeter le cri d'alarme; il est nécessaire que, sans tarder, l'abbé Breuil soit prié de lever toutes les particularités de la coupe avant qu'elle disparaisse et qu'il puisse ainsi vérifier sur place les appréciations nouvelles que j'ai émises au cours de la première partie de ce travail. Il n'y a pas de temps à perdre.

La séance est levée à 18 heures.

ANNEXE AU PROCÈS-VERBAL

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE

Alimentation en eau potable de la Basse Belgique.

(*2e mémoire.*)

M. A. Rutot, au nom de ses collaborateurs M. le Dr F. Putzeys, professeur d'hygiène à l'Université de Liége, et E. Putzeys, ingénieur en chef des travaux de la Ville de Bruxelles, présente à la Société leur deuxième mémoire intitulé : *Alimentation en eau potable de la Basse Belgique et du Bassin houiller de la Campine.*

Dans le premier mémoire, les notions de géologie et d'hydrologie de la Campine, obtenues grâce à un certain nombre de grands sondages effectués au moyen de subsides alloués par M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Agriculture, nous avaient permis d'établir qu'il existe en Campine et surtout dans une région privilégiée, comprenant au moins 65 000 hectares, des réserves d'eau filtrée très considérables, à captage aisé et peu coûteux, disponibles pour l'alimentation de la Basse Belgique.

Mais il ne nous était pas permis d'en rester à des évaluations théoriques; il était indispensable d'entrer dans la pratique et, à cet effet, il était nécessaire d'entreprendre des pompages conduisant à la connaissance des débits réels, il fallait aussi exécuter les analyses donnant la valeur des eaux au point de vue alimentaire. Ce sont donc ces points si importants qui ont été réalisés et dont nous fournissons les résultats dans le nouveau mémoire.

Le fonçage d'un puits filtrant ayant été décidé, nous avons prié le Service technique spécial du Département de l'Agriculture, d'accord avec la commune de Moll, de désigner le point où le puits devrait être placé.

La décision prise, un puits filtrant à lames de verre du système E. Putzeys fut descendu jusqu'à la profondeur de $25^{m}70$, dont $17^{m}20$ de partie filtrante, puis quatre tubages de 10 mètres furent établis à différentes distances, afin d'observer les fluctuations de la nappe liquide lors des pompages.

Ceux-ci furent commencés le 25 septembre 1909 et furent continués jour et nuit, sans interruption, jusqu'au 29 octobre.

Le rabattement le plus fort qu'on ait pu obtenir dans le puits a été de 5 mètres, et alors le débit s'est élevé à 1,080 mètres cubes par jour ; sous rabattement de $2^{m}50$, le débit s'est établi à 500 mètres cubes par jour.

L'ensemble des expériences a permis de dresser le tableau suivant :

Pour rabattement de		$0^{m}50$,	le	débit est	de 100	mètres cubes.
—	—	$1^{m}00$,	—	—	200	—
—	—	$1^{m}50$,	—	—	300	—
—	—	$2^{m}00$,	—	—	400	—
—	—	$2^{m}50$,	—	—	500	—

On reconnaît que, sous le rapport du volume disponible et de la facilité de circulation de l'eau, absolument rien ne laisse à désirer, et d'énormes volumes pourront être extraits rien qu'en multipliant un peu les puits, tout en restant dans les limites de $2^{m}50$ de rabattement, ce qui est insignifiant.

Ayant obtenu la quantité, il restait à connaître la qualité.

L'eau de pluie étant filtrée naturellement au sable pur, on peut déjà être assuré au sujet de sa teneur microbienne ; aussi avons-nous spécialement porté les recherches sur l'analyse chimique et surtout sur la proportion de fer.

De petites proportions de fer ont été constatées, $0^{mgr}60$ par litre environ.

Cette quantité de fer peut suffire à rendre l'eau opaline au bout de quelques jours, et, si les résultats en grand restent les mêmes que ceux des essais, il y aura sans doute lieu de déferriser l'eau, comme cela se pratique du reste maintenant pour toutes les eaux d'alimentation de la Hollande et de l'Allemagne du Nord.

On sait combien cette opération est facile et peu coûteuse : elle ne présente donc aucun obstacle à une large alimentation de la Basse Belgique en eau potable.

Général Berthaut. — **Topologie. Étude du terrain.** — Publication du Service géographique de l'armée française, deux volumes de 674 pages, 265 planches et nombreuses figures. Paris, 1909-1910.

Le luxueux ouvrage, inspiré par les travaux du Service topographique de l'armée française, mérite d'attirer l'attention de tous ceux qui ont à se servir des cartes à grande échelle.

Les études de géographie physique, qui reposent en grande partie sur la structure géologique, méritent d'être connues des topographes qui ont à interpréter la nature dans leurs levés; c'est donc surtout pour eux que le général Berthaut a écrit; mais les lecteurs de la carte peuvent aussi faire grand profit de ses observations; grâce à lui, une carte hypsométrique devient plus parlante et dévoile fréquemment la cause du tracé des courbes de niveau.

Il peut paraître présomptueux de vouloir rendre compte, sans figures, d'un traité qui appuie toujours ses principes d'exemples topographiques reproduits en planche; c'était notre impression; nous abordons néanmoins la difficulté, parce que nous avons, depuis de longues années en Belgique, une admirable Carte hypsométrique, apte à nous révéler plus d'un secret du sous-sol, si nous étudions attentivement les rapports entre les courbes de niveau, la nature du sol et le modelé par les agents d'érosion. Notre désir est de convaincre le lecteur qu'il comprendra mieux la Carte au 20 000e belge, après avoir suivi les dissertations du général Berthaut sur les rapports entre les accidents du terrain et leur représentation topographique. Les grandes lignes de la géologie se dessinent dans le paysage; elles transparaissent moins nettement, mais sont encore perceptibles dans les cartes topographiques à courbes de niveau même d'échelle assez réduite; il est bon et utile d'apprendre à distinguer ces nuances; c'est pourquoi nous nous permettons de recommander la lecture attentive de la *Topologie*.

Le tome I débute par un exposé d'une centaine de pages, destiné à orienter les topographes dans les arcanes de la géologie.

Il est certain que les officiers chargés des levés n'ont pas besoin d'un lourd bagage de cette science; l'ordre de superposition des couches leur est inutile, de même que la connaissance de la cosmogonie. L'auteur a cru nécessaire de leur présenter une étude synthétique de la formation et des convulsions de l'écorce terrestre; c'est ainsi qu'il discute les théories de formation de montagnes et rejette, avec raison,

comme théories caduques le réseau pentagonal et les divers systèmes tétraédriques qui ont été présentés.

L'espace réservé à la géologie proprement dite était certes trop restreint pour une discussion approfondie, mais nous estimons que les géologues seront charmés de trouver l'opinion d'un homme de science averti examinant sans parti pris les grandes théories qui ont la vogue du moment ; ils y verront un clair avertissement de ne pas s'aventurer beaucoup au delà du domaine des faits, de laisser à des sciences sœurs les conjectures sur l'origine de la terre, sur ses masses profondes internes, sur tous les phénomènes qu'ils n'ont pu ni contrôler, ni voir, ni toucher. Nous ne regrettons donc pas la partie spéculative de l'exposé géologique du général Berthaut, bien que notre expérience personnelle nous incline à penser que la préparation à la géographie et à la topologie se fait aussi aisément en partant des faits acquis qu'en bâtissant sur les hypothèses, de consentement quasi universel il est vrai, de noyau igné, de croûte cristalline, etc.

L'ordre adopté pour l'examen des surfaces topographiques ou « Topologie » est le classement en régions montagneuses, hautes montagnes, régions moyennes, plaines et plateaux, appareils littoraux et appareils volcaniques. Une table précieuse donne le groupement des exemples topographiques et permet, par exemple, de retrouver, au cours des deux volumes, tout ce qui a été dit des « méandres ».

A défaut des belles planches, inépuisable fonds pour les professeurs de géographie physique, nous nous permettrons de signaler à nos collègues belges des exemples analogues fournis par nos cartes topographiques.

Régions montagneuses. — Le premier type choisi consiste dans l'étude des Vosges cristallines, considérées comme massif de roches homogènes entamées par la désagrégation et l'érosion; l'auteur montre comment l'altération en boule si caractéristique des roches éruptives, dont nous avons des exemples en petit à Quenast, se traduit sur les crêtes par une série de mamelons non alignés.

Les tables de roches dures des Vosges gréseuses, qui donnent lieu à des collines surmontées d'un plateau, ne sont représentées que par d'anciennes minutes de la Carte topographique, dans le massif du Donon; les mouvements de terrain y figurent en hachures. En Belgique, nous possédons, à notre connaissance, de ce type quelques collines des environs de Louvain, coiffées d'un banc ferrugineux diestien, et, avec un relief plus accentué, quelques monticules de la région liasique, près de Couvreux (hameau de Dampicourt), dont le

profil montre le macigno d'Aubange surmontant les pentes plus douces du schiste d'Ethe. L'équidistance de 5 mètres de nos courbes ne révèle pas ce détail, pourtant saisissant sur le terrain.

La Côte d'Or, région montagneuse faillée, fournit une série de démonstrations intéressantes; leur examen attentif a sérieusement modifié nos idées au sujet du rôle des failles dans le tracé du réseau hydrographique. Il y a quelques années, séduits par l'ouvrage *Les formes du terrain,* de La Noë et Margerie, nous étions rebelle à l'idée de failles suivies par les rivières ou réussissant à conserver un relief dans nos régions à érosion subaérienne; or, les exemples du général Berthaut montrent combien fréquemment les failles marquent dans le terrain; comment elles influencent le tracé des rivières; comment même certains accidents, dont le levé topographique révèle l'alignement, mettent sur la trace d'une faille insoupçonnée jusqu'alors. Les failles normales sont donc des directrices, mais l'auteur ajoute que le val est creusé par l'action érosive des eaux courantes.

Sous le nom de montagnes plissées, l'auteur étudie la topologie du Jura : nous avons été particulièrement frappé par la planche 29 représentant, à l'échelle du 200 000e, le recouvrement des plis du Jura de Besançon par le faisceau de Lons-le-Saulnier.

La discussion relative aux ruptures des clefs de voûte aux charnières des plis anticlinaux (pp. 176-177) est fort intéressante ; l'érosion seule détermine-t-elle les combes, ou est-elle préparée par la dislocation antérieure de la clef du pli ? Nous croyons que les deux cas peuvent se présenter : nombre de nos anticlinaux psammitiques ne montrent pas trace de rupture; par contre, la voûte anticlinale de macigno de Souverain-Pré, parcourue Ouest-Est par l'Ourthe à Poulseur, est nettement brisée, comme l'a fait remarquer le professeur Lohest, et il est rationnel d'attribuer le crochet de cette rivière à ce démantèlement du dôme de macigno. Nous pensons cependant que, en l'absence de témoins de la rupture, il est prudent et rationnel de ne pas la conjecturer; c'est cependant le raisonnement tenu par plusieurs auteurs, qui expliquent les inversions de relief par l'état de démantèlement des anticlinaux, aujourd'hui disparus. Ne voyons-nous pas dans le Condroz de petits synclinaux de terrain houiller, tel celui de Clavier, dominer le plateau carbonifère? Or, comme nous venons de l'écrire, les rides psammitiques sont absolument régulières : la dureté relative des roches et surtout leur mode de résistance à l'érosion sont seuls en jeu.

Tous les géographes trouveront un grand intérêt à feuilleter les

planches donnant des types de l'Atlas saharien à l'échelle de $^1/_{100\,000}$ (pl. 48 à 65).

L'absence de végétation provoque un déchiquetage intense de la montagne et surtout une régularité étonnante des formes topographiques; nous n'avons rien de semblable à ces monts aux gorges dentelées comme à l'emporte-pièce.

L'auteur fait le procès des dénominations que Powel et Davis ont appliquées aux diverses catégories de cours d'eau : « Ainsi le même cours d'eau, sur le flanc d'un anticlinal, devenu inconséquent par régression et obséquent, est finalement aussi sécant, s'il coupe tout à fait l'anticlinal en cluse (p. 209). » Nous pensons que l'abus des définitions peut aboutir à ces... inconséquences, car la nature n'obéit point à des règles géométriques; de plus les réseaux s'établissent un peu de toutes pièces, mais subissent des transformations par l'évolution plus ou moins rapide de leurs diverses parties.

Cette partie du tome I se termine par l'étude de la question des vallées de fracture. « Les quelques cas relevés restent, en somme, très isolés. S'ils prouvent que des fractures peuvent s'ouvrir assez pour constituer des vallées, ils font voir en même temps que ce n'est qu'à titre d'exception (p. 235). »

Le Limbourg hollandais montre ainsi quelques fractures qu'épouse la Meuse; nous n'avons guère d'autre exemple local. Partout ailleurs les failles et les fractures ont seulement le rôle de directrices.

Nous ne poussons pas la concession aussi loin que l'auteur et ne sommes pas disposé à souscrire à l'affirmation suivante : « Mais, *a priori*, toutes les fois que les lignes hydrographiques affectent un parallélisme systématique, soit dans une seule direction, soit dans deux directions conjuguées, ce sont les fractures, les *diaclases* ou *lithoclases* de Daubrée qu'il faut invoquer comme cause première. »

Le cas des affluents du Bas-Hoyoux entre Modave et Huy, d'un parallélisme frappant, plaide contre cet *a priori*; ils sont localisés dans les bassins de calcaire que le ruissellement a dénivelés par rapport aux grès encaissants, les failles régionales sont inverses et simplement parallèles au réseau; en descendant le Hoyoux vers Huy, on voit les tributaires se localiser dans les schistes, plus tendres que les grès et poudingues du Dévonien inférieur; tout indique que la nature des roches a eu une influence prépondérante. Ailleurs ce sera la pente uniforme du terrain qui déterminera un réseau orthogonal; en un mot, la cause peut être très variée, et il importe de ne pas se laisser guider dans sa recherche par des vues théoriques.

Hautes montagnes. — Pour ne pas allonger ce compte rendu, nous ne dirons que quelques mots de la topographie des hautes montagnes.

L'auteur constate que les formes géologiques des hautes montagnes, leurs complications et charriages sont sans rapport avec la topologie; l'allure du modelé du sol dépend de la nature des roches bien plus que de la structure du massif. Il constate aussi l'impuissance de la topographie à nous rendre les reliefs montagneux, à faire image. La projection verticale est ici trop différente du tableau que les montagnes présentent à nos yeux.

Les glaciers, les torrents, les versants et vallées complètent l'étude de la montagne. Qu'on nous permette de reproduire la fin de la conclusion du chapitre :

« Mais si la forme ne révèle pas toujours la structure, cela ne veut pas dire qu'il y ait entre elles contradiction. La forme n'appartient *exclusivement* à l'érosion, elle ne devient indépendante de la structure, que quand la résistance à l'érosion est égale sur toute la surface et dans tous les sens, quelle que soit la nature du terrain. Ce fait peut se produire pour des alternances d'assises de natures diverses, mais d'égale dureté et d'égale perméabilité, notamment celles d'un terrain sédimentaire *recristallisé;* ou bien encore quand la hauteur et la pente des versants sont telles que les différences de résistance à l'érosion des couches qui y affleurent disparaissent, en pratique, sous l'intensité du ruissellement. Donc, en général, la forme se modifie avec la nature de la roche ; mais nous avons donné quelques exemples — et on en pourrait produire un très grand nombre — qui montrent comme quoi très souvent les affleurements des strates ne permettent pas de se prononcer sur la structure. Il est bien évident qu'en pareille circonstance les ressources de la topographie sont à plus forte raison impuissantes à donner ce que la géologie ne donne pas. »

Régions moyennes. — Sous ce nom l'auteur range les régions qui ne constituent ni la prairie ni la montagne. « Ce sont les pays mouvementés où les différences de niveau entre les parties hautes du terrain et les fonds des vallées dans le voisinage, sur un même profil transversal, dépassent rarement 150 à 200 mètres et sont même généralement moins accusées. »

Elles comprennent deux types, que nous retrouvons précisément en Belgique : d'abord les anciennes pénéplaines, racines de montagnes détruites, tel notre massif primaire; puis les fonds émergés par suite de longues oscillations des aires continentales, parfois ondulés mais

sans grandes dislocations; nous pouvons considérer notre bassin tertiaire éocène comme représentant ce type très atténué.

L'étude en est divisée en étude des vallées et étude des plateaux; on débute par les premières, car c'est leur tracé qui détermine le modelé général du sol.

L'auteur soumet d'abord à une critique très sévère les conditions de l'érosion et de l'alluvionnement dans les rivières. Nous avons toujours été frappé du fait que même dans les pays très façonnés, si la plupart des rivières courent sur leurs alluvions, par contre il existe des ravins à vif fond; nous ne croyons pas qu'il faille attribuer ce phénomène à un relèvement du niveau de base. Lorsqu'une accentuation de pente d'une région ou le retrait de la mer détermine une période de creusement, celle-ci, forte et rapide pour les rivières principales, va decrescendo au fur et à mesure qu'on pénètre dans les ramifications du réseau; les sous-affluents ont donc un retard considérable sur les branches principales; ce sont leurs alluvions qui encombrent le lit des rivières après la nouvelle étape de creusement; ainsi s'introduit une apparence de relèvement général des rivières. Évidemment nous ne nions pas que celui-ci puisse se produire, mais il n'est pas nécessaire.

Une remarque du général Berthaut nous a suggéré une autre réflexion. « Pour que la tourbe des vallées se développe, il faut que les eaux soient claires et peu profondes. Il faut aussi que la vitesse de l'eau soit médiocre et que, par conséquent, la pente soit faible et la vallée assez largement ouverte. » L'époque campinienne a précisément comporté chez nous une période où les vallées étaient tourbeuses, et l'on pourrait se risquer à déduire de là que nos vallées de Belgique moyenne étaient parcourues par des eaux tranquilles; nous dirons donc aussi qu'elles n'étaient plus en communication avec le haut pays ardennais, donc que la capture de la Meuse et de la Sambre, signalée par M. Cornet, était achevée à cette époque.

L'auteur examine le profil en travers des vallées dans les diverses natures de terrain; nous signalons tout spécialement ce chapitre, car notre expérience personnelle est que l'allure topographique des versants d'une vallée révèle *grosso modo* la nature du terrain qui les compose.

La question des méandres (p. 397) est admirablement résumée; elle a donné lieu à des explications très diverses, et l'auteur, avec infiniment de raison, critique certaines d'entre elles : « Il faut donc accepter, *sans la prendre à la lettre*, l'idée de l'âge des cours d'eau et surtout éviter de pousser à l'extrême la prétendue analogie de leur histoire

avec celle de la vie humaine. Ainsi, cette conception suivant laquelle un cours d'eau décrit des méandres parce qu'il titube, parce qu'il n'a plus la force de marcher droit, conduit à une assez singulière conclusion : Pourquoi ce cours d'eau, souvent d'un volume important, manque-t-il de vitesse, c'est-à-dire de pente? Or, manquant de pente, il se livre à des sinuosités qui ont pour effet de réduire encore la pente qui lui fait défaut. D'où il résulte que moins un cours d'eau s'écoule facilement, plus il travaille à s'écouler encore moins facilement! » Quoique juste, cette critique a l'air de supposer implicitement que les cours d'eau raisonnent; il doit arriver que, manquant de pente, une rivière allonge néanmoins son cours; en effet, si le manque de pente rend dans le fond quasi plat de la vallée, la ligne de plus grande pente presque indifférente, il doit en résulter que les accidents légers déterminent aisément des déviations de cette ligne; or, dès qu'il y a eu déviation première, la loi d'accentuation des méandres doit agir. D'où proviendra l'accident léger? Simplement de l'apport des matériaux venant de l'amont, que la rivière déplace lentement et qui forment dans le lit des hauts-fonds à emplacement variable.

L'étude topologique des plateaux des régions moyennes, surtout lorsqu'il s'agit de pénéplaines, présente pour le géologue-géographe un intérêt très vif, parce que les parties les plus en amont du réseau hydrographique doivent porter des témoins de l'origine de celui-ci et, par conséquent, des influences initiales qui l'ont déterminé.

L'auteur, par des exemples heureux, montre les formes qu'affectent les plateaux granitiques, gréseux, schistoïdes, calcaires, etc. Il montre des plateaux de grande altitude, découpés par les eaux comme à l'emporte-pièce.

Nous n'avons rien de semblable dans notre pays, car les hauts plateaux de l'Ardenne sont à l'état très fragmentaire et se résolvent de suite en pentes vers les rivières. Cependant, on peut appliquer à notre Bas-Luxembourg liasique ce que le général Berthaut dit de la Lorraine, puisqu'en somme c'est une région très analogue, les calcaires chez nous ayant seulement un facies plus sableux.

L'examen du bassin supérieur de la Seine et de l'Algérie-Tunisie complète l'étude des plateaux. Enfin, on saura gré à l'auteur d'être sorti de France pour montrer les formes topographiques dérivant de l'influence glaciaire.

Le chapitre des appareils littoraux complète, par ses planches précises, les photographies que l'on rencontre dans les traités de géologie à propos de l'action de la mer. On y trouvera moisson abondante de

rectifications des rivages, presqu'îles, rivages attaqués, estuaires et embouchures de fleuves.

Le tome II se termine par l'étude de la topographie des appareils volcaniques. Un résumé des principales théories émises à leur sujet montre que la géologie est sur ce point plus riche d'hypothèses que de vérités incontestées. Mais il sera encore une fois du plus haut intérêt de trouver réunis des documents topographiques donnant une connaissance précise d'appareils volcaniques permettant des coupes, etc. La plupart des exemples sont empruntés à la Carte topographique italienne au 25 000e; les volcans du Massif central ne sont encore levés par courbes de niveau qu'à l'échelle du 200 000e.

Qu'on nous pardonne ce compte rendu trop long sans doute, mais si court à côté de tout le bien qu'il y avait à dire de l'œuvre du général Berthaut. Notre espoir est que ceux qui le liront se sentiront forcés d'étudier cette œuvre magistrale; ils trouveront avec nous que le géographe a été trop modeste dans ses conclusions :

« Nous avons groupé, comparé et discuté les divers éléments de la connaissance du terrain, ou du moins tous ceux que nous avons pu réunir. Ces documents sont de deux espèces : les documents topographiques et les propositions dont l'ensemble doit constituer un corps de doctrine.

» Les documents topographiques sont définitivement acquis, et leur intéressante collection ne peut que se développer et s'enrichir. Parmi les propositions appelées à établir la doctrine, les unes sont acceptées sans restriction par tous ceux qui (géographes, géologues, topographes) s'intéressent à l'étude si captivante des formes du terrain; d'autres sont contestées; d'autres enfin, et dans cette dernière catégorie nous rangeons d'abord nos propositions personnelles, doivent être regardées comme de simples indications faites surtout pour attirer l'attention et provoquer la controverse.

» Nos levés poursuivis dans le Sud de l'Algérie et de la Tunisie nous ont donné une collection de formes du plus haut intérêt, dont nous ne connaissions pas jusqu'à présent d'aussi remarquables exemples.

» Nous l'avons dit dans notre avant-propos, ce qui nous a décidé à ce sujet, vingt ans après MM. de La Noë et de Margerie, c'est l'intérêt que nous offrent nos documents topographiques nouveaux. L'ère des levés n'est pas close, tant s'en faut; mais les surfaces qu'ils couvrent s'étendent d'année en année; chaque campagne topographique rapporte son contingent de particularités intéressantes. En même temps, les laboratoires de géographie physique, dont l'organisation est

encore récente, poursuivent leurs études et leurs recherches et en publient journellement les résultats sous forme de nombreuses monographies.

» Ainsi même pour la France et l'Algérie, notre travail ne peut que marquer une étape, constater la situation à une date déterminée. »

Nous n'hésitons pas à le dire : l'étape est magistrale. L. G.

M. A. J. M. van Waterschoot van der Gracht et collaborateurs. — **Les recherches du Service minier des Pays-Bas en 1909.** (Jaarverslag der Rijksopsporing van delfstoffen over 1909.)

Parmi les résultats obtenus, nous nous bornerons à citer les faits d'ordre général ou plus spécialement en rapport avec la géologie de notre pays.

Dans la partie de la Hollande qui confine à la Campine, on a pu constater, de même qu'en Belgique, l'énorme quantité d'eaux pluviales qui s'accumulent dans les couches sableuses de ces régions, où elles descendent lentement vers la mer le long des fosses d'effondrement, dont les sondages antérieurs ont permis de déterminer la disposition dans les roches dures sous-jacentes.

On se rappelle que le rapport de 1908 signalait l'existence d'une fosse d'effondrement correspondant au Bassin de la Roer, s'étendant jusque Düren où les deux massifs carbonifères, Campine et Sud du Limbourg au Sud-Ouest, horst du Peel au Nord-Est, se rejoignent, tandis que vers l'Ouest ils s'écartent en formant une zone de dépression dont l'axe est indiqué par Düren, Roermonde, Eindhoven, Bois-le-Duc. Les sondages de 1909 indiquent plus clairement encore l'importance de cet élément tectonique pour l'évolution géologique de cette partie des Pays-Bas.

Tertiaire néogène. — On a rencontré sur le bord Nord-Est de cette dépression, c'est-à-dire sur la bordure méridionale de l'extrémité Nord-Ouest du horst du Peel, et s'étendant jusqu'à Nimègue, des couches de Tertiaire néogène, qui viennent se ranger dans le Poederlien-Scaldisien. Cependant jusqu'ici on n'a pas constaté l'analogue du Diestien. Le Pliocène marin ne paraît pas s'étendre dans la direction de Roermonde, ce qui expliquerait l'absence du Pliocène supérieur marin sur le horst. Par contre, sur sa surface à Mill, et en arrière du Pliocène, on rencontre le Miocène marin, les deux formations parais-

sant séparées par un hiatus qui correspond au Pliocène inférieur. Le Miocène, qui atteint l'altitude de 5 mètres à Mill, au Nord-Ouest, va en s'épaississant au Sud-Est dans la fosse de la Roer, où on constate la base du Miocène moyen à 125 mètres aux environs de Vlodrop. Ici encore se présente un hiatus correspondant au Miocène inférieur. Vient ensuite, à partir de 125 mètres, l'Oligocène, dont on n'atteignait pas le fond à 762 mètres.

Toutes ces formations ont fourni une faune marine très caractéristique qui se rapproche des faunes correspondantes recueillies en Belgique.

Ici aussi nous rencontrons dans le Pliocène, aussi bien que dans le Miocène, le bivalve *Cyprina islandica*, qui a été considéré comme l'indicateur de l'extension du climat froid quaternaire jusqu'au centre de la Méditerranée. Cependant il semble permis de douter de la valeur de cette observation, puisque dans la liste des bivalves du Miocène moyen nous rencontrons en outre *Saxicava arctica* à côté d'une série de gastéropodes voisins de ceux de la Méditerranée, parmi lesquels de nombreuses espèces de Pleurotomes jouent un rôle très important.

Le rapport nous fournit ensuite de nouvelles données sur le bassin carbonifère du Sud du Limbourg et ses relations avec le bassin d'Aix-la-Chapelle ainsi que ceux de la Belgique. Jusqu'ici on ne connaissait dans le Limbourg que la couche de Steinknipp comme niveau houiller le plus profond. Mais les études récentes de M. Klein, d'accord avec celles de M. le professeur Stainier et celles des géologues allemands, montrent la correspondance des quatre niveaux marins constatés dans la couche Catharina de Westphalie, la couche 6 de la mine Anna du bassin de la Würm, au sondage S. M. II du Sud du Limbourg et de la couche Grand-Bac du bassin de Liége. On signale en outre la ressemblance de disposition stratigraphique entre les couches Steinknipp, la couche Stenaye du bassin de Liége et la couche Sonnenschein des bassins de Westphalie.

Couches de recouvrement du système carbonifère dans le Sud du Limbourg hollandais. — Leur disposition se rattache intimement aux fosses d'effondrement et aux horsts, restés immobiles ou ayant été plus ou moins soulevés, qui se constatent pour le système carbonifère, dont ils déterminent la possibilité et les procédés d'exploitation. Dans le Sud du Limbourg il n'existe pas de série précarbonifère continue. Le delta quaternaire de la Meuse a recouvert le Tertiaire d'une série de couches de gravier provenant des roches de l'Ardenne ; c'est ce que les Allemands ont appelé la terrasse principale (*Hauptterrasse*). Je

crois cependant devoir faire observer qu'ils font remonter celle-ci jusque très loin dans la vallée du Rhin, et qu'ici le terme doit prendre une tout autre signification, puisque d'abord il s'applique à un autre fleuve, et qu'ensuite il n'est pas certain que la terrasse en question se rattache au cours du fleuve lui-même; tout au plus pourrait-on dire qu'elle se rattache au même réseau fluvial qui, pour le Rhin surtout, s'est considérablement modifié depuis le Pliocène. Nous croyons donc qu'il y a entre la soi-disant terrasse principale ou haute terrasse et la basse terrasse, qui suit fidèlement le lit actuel de la Meuse, une différence de formation suffisante pour ne pas les réunir sous un même nom.

Le Pliocène de la région Sud Limbourg est représenté par une succession de couches de gravier riches en quartz, originaires à la fois du bassin de la Meuse et de celui du Rhin. Elles reposent sur une série de bancs de lignite d'âge probablement miocène, et ce n'est qu'en dessous de celle-ci que commencent les formations marines, surtout représentées par l'Oligocène, alors que l'Éocène paraît faire défaut. Vient ensuite le système crétacé.

Après cet exposé général, M. van Waterschoot van der Gracht signale pour chacun des systèmes quelques observations spéciales. Pour le Diluvium reconnu au moyen de plus de cent sondages, il constitue la terrasse principale et la basse terrasse formant le fond de la vallée. Le gravier quaternaire est composé par diverses roches, alors que le gravier pliocène est presque exclusivement formé de galets quartzeux; il est recouvert par du loess appelé *leem* dans le Limbourg. Seule la basse terrasse est en outre recouverte par l'alluvion de la rivière. Pour le loess, on n'a pu établir la distinction en limon hesbayen et limon éolien (Brabantien). Le gravier de la haute terrasse (*Hauptterrasse*) se rencontre surtout dans l'Est de la province. Il est très variable au point de vue pétrographique. La richesse en quartz ne correspond pas à la plus ou moins grande altitude. M. Klein a constaté à Nieuwenhaven à + 160 mètres, des galets de roches éruptives. Le géologue chargé de l'observation sur le terrain a réuni les terrasses des différentes altitudes à la terrasse principale, et les range dans le Diluvium. M. Klein a poursuivi l'étude du gravier des hauts plateaux dans le Limbourg belge et les considère comme la continuation de la *Hauptterrasse* des Allemands. Cependant il a rangé dans le Tertiaire le gravier que l'on désigne sur la Carte de Belgique par le *On X*. Mais les observations sur le terrain ont montré qu'il existait beaucoup de contradictions dans les planchettes belges, et il lui a été impossible d'aboutir à la solution complète du problème, de sorte qu'il faudra

considérer comme provisoire la rédaction de cette partie de la Carte qui acccompagne le rapport de 1909; il paraît d'ailleurs probable qu'on ne pourra pas appliquer la désignation de *Hauptterrasse* pour la totalité du gravier des plateaux.

Pour terminer les observations au sujet du Diluvium, il convient de signaler que les terrasses ont subi des déformations d'altitude en certaines parties, surtout aux environs de Sittard, où passe la faille de Sandgewand, qui avec ses différentes ramifications termine au Sud-Ouest la fosse d'effondrement de la Roer.

Le géologue Holzapfel a observé des faits analogues sur le parcours allemand de la faille. En outre, des observations récentes sur l'allure des terrasses du Rhin ont conduit à des constatations analogues jusque au delà des Siebengebirge.

Le Pliocène dans le Sud du Limbourg hollandais est constitué par des couches successives de sables et de gravier, où viennent s'intercaler des lits d'argile et de lignite. Nous avons déjà signalé la richesse du gravier en quartz; cependant une petite proportion de galets d'oolithe silicifiée à fossiles jurassiques provenant des Ardennes lui a fait donner par les géologues allemands le nom de gravier à oolithe silicifiée. Ce gravier pliocène ne se rencontre pas à la surface du horst du Sud du Limbourg hollandais, ni sur la partie méridionale du horst du Peel, mais il est très développé au fond de la fosse d'affaissement de la Roer, où on le constate surtout à Geilenkirchen et dans d'autres sondages. On y a en outre rencontré sous le gravier une épaisseur d'une centaine de mètres de la formation ligniteuse.

Formation des lignites du Bas-Rhin. — Elle apparaît au jour au Nord de Heerlen, entre la source de la Geleen et la frontière, un peu au Nord de la latitude de Maestricht. Elle se prolonge à l'Est de la rivière, dans la direction de l'Allemagne. On possède maintenant le profil d'une centaine de sondages d'une profondeur variant entre 15 et 50 mètres, sans compter les profils et les sondages de la Campine recueillis dans le travail de MM. Forir, Lohest et Habets. La formation ligniteuse paraît même se prolonger au delà de la Geleen, dans la direction du Nord-Ouest, où elle s'enfonce dans la profondeur de la zone d'affaissement. Il faudrait pouvoir la poursuivre dans cette direction, car, comme elle n'a été rencontrée nulle part sous le gravier moséen de la haute terrasse, il est toujours très difficile de raccorder les formations miopliocènes de l'Allemagne entre elles. D'un autre côté, il reste à établir les rapports entre le Boldérien et le Moséen d'une part, et les formations ligniteuses du Bas-Rhin avec le gravier d'oolithe

silicifié de l'autre. Enfin la limite entre les lignites pliocènes et ceux du Miocène n'a pas encore été établie, pas plus que l'on ne connaît l'endroit où ces formations fluviatiles passent aux sédiments marins correspondants.

L'épaisseur des couches de lignite est très variable, suivant qu'elles surmontent des horsts ou qu'elles occupent les fosses intermédiaires. Vers la base apparaît d'ordinaire un gravier de silex bleus, qui généralement suit l'allure du Carbonifère, mais fait cependant souvent défaut vers le centre des fosses d'affaissement.

Oligocène. — Il apparaît au jour au Sud de Heerlen, tandis qu'au Nord on ne le connaît que par les sondages. Dans la mine *Emma*, on rencontre 20 mètres de l'étage supérieur, formé par des sables et argiles de plus en plus glauconieux vers la base. L'étage moyen mesure environ 40 mètres. Au sommet, 20 mètres d'argile verte sableuse avec deux niveaux de *Septaria* renfermant *Leda Deshayesiana* Nyst, et séparé par une couche de galets bleuâtres de 10 centimètres des couches d'argile et de sable avec *Nucula compta* de 10 mètres d'épaisseur. Enfin l'Oligocène inférieur est formé vers le sommet par des argiles saumâtres à Cérithes (*C. plicatum*) et des Cyrènes, tandis qu'à la base se trouvent les sables argileux glauconifères avec *Ostrea ventilabrum*, l'ensemble mesurant une épaisseur de 40 mètres. On voit que ce profil oligocène correspond assez bien avec les observations de M. Van den Broeck pour l'Oligocène du Limbourg belge; il ressemble beaucoup moins à celui de l'Allemagne. Vers le Sud, l'Oligocène s'amincit dans la profondeur et devient beaucoup moins fossilifère. L'Oligocène du centre de la fosse de la Roer est moins connu, puisque les renseignements se bornent à ceux fournis par les sondages.

Quant à la formation crétacée, elle a été très bien étudiée par Staring et G.-D. Uhlenbroeck, là où elle apparaît à la surface. Les sondages l'ont rencontrée vers le Nord jusque sur le horst du Peel. La constitution de l'étage sénonien se rapproche de celle de la craie de Belgique.

Le rapport étudie ensuite à la lumière des résultats fournis par les sondages et les creusements des puits de mine du Sud du Limbourg, les dislocations tectoniques du massif carbonifère de cette région, jusqu'au bord Sud-Ouest de la fosse d'effondrement de la Roer. Deux failles plus ou moins parallèles dans la direction du Nord-Ouest au Sud-Est divisent le horst en deux horsts secondaires séparés par une fosse intermédiaire. Nous n'entrerons pas dans les détails, parce qu'un coup d'œil jeté sur le croquis qui accompagne le rapport indique beau-

coup mieux que toutes les explications la disposition des dislocations du massif houiller et leurs rapports avec celles des bassins allemands. Le sens des mouvements tectoniques paraît du reste avoir varié au cours des temps géologiques. On croit avoir constaté aux sondages de la région de Benzerade, qu'une fosse d'effondrement présénonienne devient un horst sénonien pour redevenir un effondrement au Tertiaire récent et au Quaternaire.

Région du Nord-Est des Pays-Bas. — Le sondage profond de Plantegaarde, non loin de Winterswijk, a été continué jusqu'à la profondeur de 1,134 mètres. On a rencontré des couches salifères d'une épaisseur suffisante pour en permettre l'exploitation; ce sont surtout les sels de soude qui prédominent, mais les sels de potasse n'y font pas défaut. Enfin, après avoir traversé une faille de glissement qui dédouble le *Kupferschiefer* et le conglomérat de base, on atteint le Carbonifère productif à 1,029 mètres, avec quelques minces couches de houille. On est donc parvenu à établir l'extension des dépôts salifères de l'Allemagne jusque dans la Hollande.

Enfin, des sondages superficiels pratiqués plus au Nord nous montrent que le Miocène marin se trouve à l'Ouest de l'argile rupelienne. Le district de Twenthe montre un synclinal peu accentué courant du Nord au Sud, au centre duquel se trouve l'Éocène formant des collines à l'Ouest et à l'Est desquelles s'étendent le Miocène et l'Oligocène. Mais ce qui est surtout intéressant au point de vue économique, c'est que le Trias apparaît déjà dans la partie Sud-Est de Twenthe, formant ici un horst, ce qui permet d'espérer la rencontre des dépôts salifères et de la houille dans le Nord des Pays-Bas.

Nous terminerons en signalant la belle Carte géologique qui accompagne le rapport et dont la lecture apportera un peu plus de clarté aux explications un peu confuses qui précèdent.

V. D. W.

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 16 NOVEMBRE 1910

Distinctions honorifiques 355

Approbation du procès-verbal de la séance d'octobre. 355

Correspondance. 355

Dons et envois reçus 355

A. Rutot. Note complémentaire sur l'authenticité des ossements humains quaternaires de Grenoble et de Clichy 356

A. Rutot. Note sur les nouvelles trouvailles de squelettes humains quaternaires 363

ANNEXES

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE.

A. Rutot, F. Putzeys et E. Putzeys. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique. 378

Général Berthaut. Topologie. Étude du terrain 380

A.-J.-H. van Waterschoot van der Gracht et collaborateurs. Les recherches du Service minier des Pays-Bas en 1909. 388

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbaux

DE LA SÉANCE MENSUELLE DU 20 DÉCEMBRE
ET DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DE CLOTURE
DE L'EXERCICE 1910

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

Smithsonian Institution
SEP 11 1911
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

SÉANCE MENSUELLE DU 20 DÉCEMBRE 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 35.

Approbation du procès-verbal de la séance de novembre.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Correspondance.

M. Émile Chaix, professeur de géographie à Genève (23, avenue du Mail), adresse à la Société une brochure du plus haut intérêt au sujet de la publication entreprise d'un *Atlas photographique des formes du relief terrestre.*

Une Commission formée des premiers géographes a délégué à un Comité exécutif, dont il fait partie avec MM. E. de Martonne et J. Brunhes, le soin de présenter au Congrès de Rome un plan complet de l'ouvrage et un commencement d'exécution.

L'appui à cette œuvre, d'une importance capitale, peut être accordé de deux façons :

1° Par abonnement ou souscription; le prix prévu est de 300 francs environ pour l'ouvrage complet, qui paraîtra en une dizaine d'années; mais on peut ne souscrire qu'à des séries de cent feuilles au prix de 50 francs;

2° En soumettant au Comité des documents photographiques rentrant dans son programme.

Messieurs les membres du Comité exécutif se proposent d'essayer la publication de deux cahiers comprenant une vingtaine de planches des séries des formes directement influencées par les conditions tectoniques (reliefs de failles, reliefs de plissements, formes en rapport avec des mouvements d'ensemble), et des séries des formes en rapport avec les influences glaciaires.

Circulaire complète à la disposition des membres au Secrétariat.

Le Ministre des Sciences et des Arts a bien voulu adresser à la Société un subside de 1,000 francs pour l'aider à publier le mémoire in-4° de M. A. Salée sur le genre *Caninia*.

Le Département de la Guerre a fait parvenir à la Société les feuilles IV, V, VI, X, XI, XII de la Carte topographique au 100000e, constituant le quart Nord-Est de la Belgique (provinces d'Anvers et de Limbourg, partie Nord du Brabant).

Le Secrétaire général attire l'attention de ses confrères sur les dons suivants :

M. L. Cayeux a adressé son mémoire sur les minerais de fer oolithique de la France.

M. J. Cornet a bien voulu adresser à la Société un exemplaire du tome II de son *Traité de géologie*, dont un compte rendu bibliographique est annexé à ce procès-verbal.

M. le Dr Félix a remis pour la Bibliothèque un exemplaire de sa *Plasmogenèse. Atlas de Biogénie générale.*

M. Léon Bertrand a envoyé une série de ses travaux relative principalement aux charriages dans les Alpes maritimes et les Pyrénées.

Dons et envois reçus.

1° Périodiques nouveaux :

6160 Magdebourg. — Museum für Natur- und Heimatkunde. (Abhandlungen und Berichte.) Bd I, H. 2, 3, 4; Bd II, H. 1 (1906-1909).

6161 Stockholm. — Meddelanden fran Hydrografiska Byran. I, 1910.

2° Extraits des publications de la Société.

6162 ... Compte rendu sommaire de l'excursion du 24 avril 1910 aux carrières de Quenast. Pr.-verb. de 1910, pp. 197-204, 6 figures (2 exemplaires).

6163 **Andrimont (R. d')**, Résumé des connaissances acquises sur la circulation de l'eau dans le sol et le sous-sol. Pr.-verb. de 1910. 18 pages et 27 figures (2 exemplaires).

6164 **Cosyns, G.**, Note sur le gisement de calcite et d'anthracite du Calcaire viséen des carrières des fours à chaux de Richelle. Pr.-verb. de 1910, pp. 174-176 (2 exemplaires).

6165 **Delépine, G.**, Étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique (Hainaut et région de Namur). Comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre. Mém. de 1910, 24 pages (2 exemplaires).

6166 **Delépine, G.**, Étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique. (Note complémentaire.) Pr.-verb. de 1910, p. 210 (2 exemplaires).

6167 **de Dorlodot, H.**, Relations entre l'échelle stratigraphique du Calcaire carbonifère de la Belgique et les zones paléontologiques d'Arthur Vaughan, d'après les recherches les plus récentes. Pr.-verb. de 1910, pp. 247-290.

6168 **Gröber, P.**, Essai de comparaison entre les couches du Calcaire carbonifère de Belgique et celles de l'Angleterre caractérisées par des zones à Polypiers et à Brachiopodes. Mém. de 1910, pp. 25-48, pl. II-III (2 exemplaires).

6169 **Halet, F.**, Coupe du puits de Calmpthoutskenhoek. Pr.-verb. de 1910, pp. 128-132, 1 figure (2 exemplaires).

6170 **Halet, F.**, Étude géologique et hydrologique des puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs. Mém. de 1910, pp. 49-121, 2 figures (2 exemplaires).

6171 **Halet, F.**, et **Malaise, C.**, Le puits artésien de l'usine Thomaes à Renaix. Pr.-verb. de 1910, pp. 124-127 (2 exemplaires).

6172 **Jérôme, A.**, et **de Dorlodot, L.**, Puissance et composition des marnes du Keuper, à Habay. Pr.-verb. de 1910, pp. 212-213, 1 figure (2 exemplaires).

6173 **Krischtafowitsch, N.-J.**, Sur la dernière période glaciaire en Europe et dans l'Amérique du Nord, en rapport avec la question de la cause des périodes glaciaires en général. (Traduit du russe par M. W. P.). Pr.-verb. de 1910, pp. 292-305 (2 exemplaires).

6174 **Lorié, J.**, Le diluvium de l'Escaut. Mém. de 1910, pp. 335-413, pl. XVII-XVIII (2 exemplaires).

6175 **Maillieux, E.**, Observations sur la nomenclature stratigraphique adoptée en Belgique pour le Dévonien et conséquences qui en découlent. Pr.-verb. de 1910, pp. 214-231 (2 exemplaires).

6176 **Maillieux, J.**, Remarques sur la faune et l'horizon stratigraphique de quelques gîtes fossilifères infradévoniens. Mém. de 1910, pp. 189-220 (2 exemplaires).

6177 **Malaise, C.**, Sur l'âge de la porphyrite de Quenast. Pr.-verb. de 1910, pp. 97-108 (2 exemplaires).

6178 **Marchadier, A.-H.**, Effets de la sédimentation sur la limpidité et le titre bactérien des eaux de rivières. Pr.-verb. de 1910, pp. 121-124 (2 exemplaires).

6179 **Newton, E.-T.**, Note supplémentaire relative aux débris fossiles de petits vertébrés trouvés dans les dépôts pliocènes de Tegelen-sur-Meuse. Pr.-verb. de 1910, pp. 231-233 (2 exemplaires).

6180 **Pohlig, H.**, Xylopsaronius. Les premières Filicinées, caractérisées par la formation du bois. Pr.-verb. de 1910, pp. 335-339 et 5 figures (2 exemplaires).

6181 **Putzeys, E.**, De l'opinion qu'on doit se faire de la baguette divinatoire à la Société de Géologie. Pr.-verb. de 1910, pp. 165-167 (2 exemplaires).

6182 **Rahir, E.**, Les marmites du vallon du Ninglinspo, de la vallée de l'Ourthe et du ravin du Colebi. Pr.-verb. de 1910, pp. 142-162, 8 figures (2 exemplaires).

6183 **Schmitz, G.**, et **Stainier, X.**, La géologie de la Campine avant les puits de charbonnages. Pr.-verb. de 1910, pp. 233-240 (2 exemplaires).

6184 **Stainier, X.**, Sur quelques gisements de dolomie carbonifère. Pr.-verb. de 1910, pp. 176-188, 7 figures (2 exemplaires).

6185 **Stainier, X.**, Du mode de formation de la grande brèche du Carbonifère. Pr.-verb. de 1910, pp. 185-196 (2 exemplaires).

6186 **van den Broeck, E.**, A propos de l'alimentation des nappes aquifères par la condensation des vapeurs atmosphériques. Pr.-verb. de 1910, pp. 242 244 (2 exemplaires).

6187 **Van de Wiele, C.**, Le Calcaire carbonifère et le Culm. Pr.-verb. de 1910, pp. 108-120 (2 exemplaires).

3° De la part des auteurs :

6188 **Alfani, P.-G.**, L'Osservatorio Ximeniano e il suo materiale scientifico II. (Sezione astronomica). Pavie, 1910. Extr. della *Riv. di Fisica, Mat. e Sc. Nat.* XI, N. 130. 27 pages et 5 figures.

6189 **Alfani, P.-G.**, L'Osservatorio Ximeniano e il suo materiale scientifico III. (Sezione geodinamica). Pavie, 1910. Extr. della *Riv di. Fisica, Mat. e Sc. Nat.* XI, N. 131, 36 pages et 14 figures.

6190 **Boegan, E.**, La Grotta di Trebiciano. Trieste, 1910. Extr. della *Rassegna « Alpi Giulie »*. 66 pages et 6 figures.

6191 **Briquet, A.**, Galets de Oldhaven sur le Blanc-Nez. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 160-161.

6192 **Briquet, A.**, L'oolithe silicifiée dans le poudingue de Renaix. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 161-163.

6193 **Briquet, A.**, La géologie du sous-sol des Pays-Bas d'après un récent mémoire de M. van Waterschoot van der Gracht. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 444-452.

6194 **Briquet, A.**, L'horizon des sédiments pauvres à oolithe silicifiée des Pays-Bas, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 453-461.

6195 **Briquet, A.**, Sur la succession des cycles d'érosion dans la région gallo-belge (2 pages).

— Sur la genèse des formes du relief dans la région gallo-belge (3 pages).

— Sur l'existence d'une pénéplaine fossile d'âge récent dans la région gallo-belge et sur l'origine du réseau hydrographique actuel (3 pages). Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* 2e semestre.

6196 **Cayeux, L.**, Études des gîtes minéraux de la France. Les minerais de fer oolithique de France. Fascicule I : Minerais de fer primaires. Paris, 1909. Volume in-4° de 344 pages, 20 planches et 28 figures.

6197 **De Puydt, M., Hamal-Nandrin, J.**, et **Servais, J.**, Fonds de cabanes de la Hesbaye. Jeneffe. Dommartin. Oudoumont. Compte rendu des fouilles. Bruxelles, 1910. Extr. des *Mém. de la Soc. d'Anthropol.*, 42 pages, 9 planches et 14 figures.

6198 **Giovannozzi, P.-G.**, Il P. Giovanni Antonelli. Pistoia, 1910. Extr. des *Public. dell' Osservatorio Ximeniano*. 26 pages.

6199 **Leriche, M.**, Les poissons oligocènes de la Belgique. Bruxelles, 1910. Extr. des *Mém. du Musée roy. d'hist. nat.*, V, 1908, pp. 231-363, pl. XIII-XXVII, figures 65-156.

6200 **Magini, M.**, Osservazioni sulla Cometa di Halley. Turin, 1910. Extr. della *Riv. di Astron. e sc. affini*. IV, 16 pages et 8 figures.

6201 **van den Broeck, E.**, et **Martel, E.A.**, Sur les conditions de filtrage efficace des eaux souterraines dans certaines formations calcaires. Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* 2e semestre, 3 pages.

6202 **Bertrand, L.**, Note sur trois espèces du genre « Scalpellum », du Calcaire grossier des environs de Paris. Paris, 1891. Extr. du *Bull. de la Soc. de Géol. de France*, XIX, pp. 693-698, pl. XIII.

6203 **Bertrand, L.**, Sur la tectonique de la partie Nord-Ouest du département des Alpes maritimes. Paris, 1895. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* 2e semestre, 5 pages.

6204 **Bertrand, L.**, Sur la tectonique des environs de Biarritz, Bidart et Villefranque (Basses-Pyrénées). Paris, 1902. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* 1er semestre, 3 pages.

6205 **Bertrand, L.**, Contribution à l'étude géologique des environs de Biarritz, Bidart et Bayonne. Paris, 1902. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, II, pp. 83-96, 1 planche et 6 figures.

6206 **Bertrand, L.**, Carte géologique au millionième (partie orientale des Pyrénées). Feuilles de Céret, Prades, Quillan, L'Hospitalet, Foix et Bagnères-de-Luchon. Paris, 1903. Extr. du *Bull 91 des Serv. de la Carte géol. de la France*, 14 pages et 2 figures.

6207 **Bertrand, L.**, Sur les grandes lignes de la géologie de la partie alpine des Alpes maritimes (pp. 638-656, pl. XXXIX).

— Description sommaire de la région voisine du littoral à l'Est du Var (pp. 656-675, 2 figures).

— Comptes rendus des excursions de la Société géologique dans les Alpes maritimes, du 9 au 19 septembre 1902 (pp. 676-726, pl. XL-XLIV et fig.). Paris, 1904. Extr. du *Bull de la Soc. géol. de France*, II, 1902. Réunion extraordinaire.

6208 **Bertrand, L.**, Pyrénées. Carte au millionième des Pyrénées (partie orientale) et feuille de Bagnères-de-Luchon au 1/80 000. Paris, 1904. Extr. du *Bull. 98 des Serv. de la Carte géol. de la France*. 3 pages.

6209 **Bertrand, L.**, Pyrénées. Feuille de Bagnères-de-Luchon et région adjacente des Pyrénées espagnoles (3 pages).

— Feuilles de Quillan (terrains primaires du Sud de la feuille) et Prades. Paris, 1905. (5 pages et 2 figures.) Extr. du *Bull. 105 des Serv. de la Carte géol. de la France*.

6210 **Bertrand, L.**, Sur les charriages du versant Nord des Pyrénées entre la vallée de l'Ariège et le Roussillon. Paris, 1906. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 2e semestre, 3 pages.

6211 **Bertrand, L.**, Sur les nappes de charriage Nord-pyrénéennes et prépyrénéennes, à l'Est de la Neste. Paris, 1907. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 2e semestre, 3 pages.

6212 **Bertrand, L.**, Sur l'allure des plis anciens dans les Pyrénées centrales et orientales. Paris, 1907. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad des Sc.*, 1er semestre, 4 pages et 1 figure.

6213 **Bertrand, L.**, Sur la tectonique des gorges de l'Aude en amont d'Axat (Gorges de Saint-Georges). Paris, 1908. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, VIII, pp. 510-518, 2 figures.

6214 **Bertrand, L.**, Sur l'extension originelle probable des nappes de charriage alpines dans les Alpes maritimes. Paris, 1908. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, VIII, pp. 136-143, 1 figure.

6215 **Bertrand, L.**, Pyrénées. Feuilles de Quillan, Foix et Bagnères-de-Luchon. Paris, 1909. Extr. du *Bull. 122 des Serv. de la Carte géol. de la France* 8 pages et 2 figures.

6216 **Bertrand, L.**, Titres et travaux scientifiques. Paris, 1909. Brochure in-4° de 18 pages.

6217 **Bertrand, L.**, et **Mengel, O.**, Observations sur le synclinal d'Amélie-les-Bains. Paris, 1901. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*. 2e semestre, 3 pages.

6218 **Félix, J.**, Sanatoires populaires. Villas et colonies sanitaires types et à bon marché. Bruxelles, 1910. Brochure format oblong de 22 pages (2 exemplaires).

6219 **Félix, J.**, La vie des minéraux. La plasmogenèse. Atlas de biologie générale. Bruxelles, 1910. Volume in-4° de 23 pages et 61 planches.

6220 **Michel-Lévy** et **Bertrand, L.**, Note sur une série de contacts anormaux dans la région sous-pyrénéenne occidentale. Paris, 1900. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, CXXX, pp. 1736-1739.

6221 **Rutot, A.**, Les nouvelles fouilles à la caverne de Fond-de-Forêt. Seraing, 1910. Extr. du *Bull. des Chercheurs de la Wallonie*, 7 pages et 2 figures.

6222 **Rutot, A.**, Note sur l'existence des couches à rongeurs arctiques dans les cavernes de la Belgique. Bruxelles, 1910. Extr. du *Bull. de l'Acad. roy. des Sc.*, n° 5, pp. 335-379.

6223 **Rutot, A.**, Sur la découverte de *Corbicula fluminalis* à Hofstade. Bruxelles, 1910. Extr. des *Bull. de l'Acad. roy. des Sc.*, n° 3, pp. 164-169.

6224 **Rutot, A.**, Un homme de science peut-il raisonnablement admettre l'existence des industries primitives, dites éolithiques? Paris, 1910. Extr. des *Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthropol.* Jubilé du Cinquantenaire, pp. 447-473.

6225 **Schulz-Briesen**, Importance de la géologie pratique pour la science et l'économie politique. Dusseldorf, 1910. Internationaler Kongress. (Extrait.) Section IV, mém. n° 19 (en allemand, en français et en anglais), 1 page, in-4°.

6226 **Schulz-Briesen**, Eröffnungsansprache. Dusseldorf, 1910. Internationaler Kongress. 2 pages, in-4°.

6227 **Schulz-Briesen**, Bedeutung der praktischen Geologie für Wissenschaft und Volkswirtschaft Dusseldorf, 1910. Internationaler Kongress. Abteilung IV, Vortrag, n° 19, 2 pages, in-8°.

5793 **Putzeys, F., Putzeys, E.**, et **Rutot, A.**, Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine. Deuxième mémoire. Bruxelles, 1910. Brochure in-4° de 26 pages, 6 planches et 3 figures.

5895 **Cornet, J.**. Géologie. Tome II. Mons, 1910. Volume in-8° de 608 pages, fig. 65-186.

Présentation et élection de nouveaux membres.

Sont élus à l'unanimité des suffrages :

En qualité de membre effectif :

M. R. Weemaes, professeur à l'Athénée royal d'Ixelles, 29, rue Wéry, à Ixelles, présenté par MM. Simoens et Halet.

En qualité de membres associés régnicoles :

MM. De Cuyper, ingénieur du Service technique provincial, 35, rue de Lombardie, à Saint-Gilles.

Fourmanois, Auguste, ingénieur du Service technique provincial, 13, rue Van Ostade, à Bruxelles.

Lenoble, inspecteur de l'Exploitation à la Compagnie intercommunale des Eaux, 86, rue Verte, à Schaerbeek.

Mennès, inspecteur de l'Hygiène au Ministère de l'Intérieur.

Smets, avocat, à Genval.

Présentés par MM. Deblon et Greindl.

Communications des membres.

G. Hasse. — **Sables noirs dits miocènes boldériens.**

(*Première note complémentaire.*)

Une nouvelle visite faite aux divers forts de Broechem, Massenhoven, Brasschaet et 's Gravenwezel m'a permis de compléter déjà un peu mes notes géologiques du mois de janvier dernier.

1. — Fort de Broechem.

J'avais signalé dans ma note précédente la coupe suivante, prise dans le premier coude du grand fossé :

Moderne	de	a
Terre végétale	+ 10m00	+ 9m00
Flandrien.		
Sables argileux	+ 9m00	+ 7m00
Gravier de base		+ 7m00
Bande noire tourbeuse	+ 7m00	+ 6m50
Boldérien.		
Sables verts	+ 6m50	+ 5m50

La bande noire tourbeuse signalée dans cette coupe doit être considérée comme flandrienne, et n'est que le résultat accidentel d'une accumulation de débris végétaux que des circonstances exceptionnelles ont conservés; car j'ai pu observer dans divers dépôts flandriens des restes végétaux isolés; et ici ce serait une simple dépression du terrain qui aurait favorisé le dépôt.

Le gravier de base du Flandrien a du reste été retrouvé mélangé à la base de cette bande tourbeuse.

Le Boldérien a présenté, au dire des ouvriers, quelques restes d'ossements roulés et montrait donc ici aussi les mêmes caractéristiques que celles observées dans les autres forts :

1. Sables noirs plus ou moins verdâtres.
2. Sables noirs avec ossements.
3. Couche de pétoncles avec graviers.

2. — Redoute de Massenhoven.

J'ai été assez heureux pour fixer définitivement ici les terrains de la coupe donnée dans ma note précédente; je le dois un peu au dévoué M. Rutot, qui m'avait demandé d'étudier l'endroit où les ouvriers du Musée royal d'Histoire naturelle avaient recueilli des ossements.

Voici donc l'interprétation de cette coupe :

	DE	A
MODERNE.		
Terre végétale	+ 8m00	+ 7m00
FLANDRIEN.		
Sables jaune verdâtre	+ 7m00	+ 6m00
Gravier de base.		+ 6m00
BOLDÉRIEN.		
Sables vert clair	+ 6m00	+ 5m50
Zone des ossements de Cétacés . . .		+ 5m50
Sables verts, à bandes claires et foncées alternées	+ 5m50	+ 4m75

Les fouilles ne devant pas dépasser la cote + 4m75 et aucun sondage n'y étant fait, il sera impossible de savoir si une zone à *pectunculus* se trouve aussi un peu plus bas.

Les autres forts n'ont donné aucune indication nouvelle pour le moment.

Des notes sur ces deux forts, il semble résulter que les horizons dans les sables noirs dits miocènes boldériens se représenteraient presque partout avec les mêmes caractéristiques qu'à Anvers et comme je les ai déjà signalés.

Discussion.

M. HALET fait remarquer que dans de nombreux sondages exécutés dans les vallées de la Senne et de la Dyle il a souvent noté l'existence d'un niveau de tourbe à la partie supérieure du limon hesbayen; cette tourbe dans certains sondages paraissait s'interstratifier dans les couches du sommet du limon. Il en a conclu que cette tourbe a dû se déposer vers la fin de l'époque hesbayenne et la considère d'âge hesbayen plutôt que flandrien.

M. RUTOT est d'avis que les débris tourbeux rencontrés à la base du Flandrien constituent bien des traces de l'existence du Hesbayen.

Et effet, lors de ses levés géologiques dans la Flandre occidentale, le long d'une large bande parallèle au littoral, des quantités de sondages, après avoir traversé le Flandrien, dont la base était tourbeuse, ont atteint le limon hesbayen fortement chargé de tourbe *in situ*, au sommet.

Il est probable que, primitivement, tout le Hesbayen de la région était recouvert d'une couche de tourbe plus ou moins pure, mais, presque partout, cette tourbe a été remaniée et délavée par les eaux flandriennes et les débris tourbeux ont été déposés en même temps que les premiers sables du Flandrien.

Il est du reste utile de se rappeler que, dans sa division du Hesbayen en quatre assises, le géologue lillois M. Ladrière indique, comme constituant l'assise supérieure, le *limon gris cendré à Succinées*. Or, ce limon est essentiellement tourbeux, ou rempli de fragments de végétaux passant à la tourbe.

La nature tourbeuse du sommet du Hesbayen est donc un fait assez général, qui s'applique à une bonne partie du bassin de Paris.

Certes, on ne peut constater partout sa présence, mais en de nombreux points il a été dénudé par les eaux qui ont déposé l'Ergeron.

En réalité, lors du retrait de la crue hesbayenne, les nombreuses dépressions du sol ont conservé l'eau sous forme de mares envahies par la végétation; ces mares se sont transformées en marécages et en tourbières, puis les vents secs d'Est ont desséché le tout et, dans la partie médiane de la Belgique, la couche de limon éolien du Brabantien a recouvert le Hesbayen.

F. Halet. — Un Service géologique et cartographique au Katanga. Son utilité et son organisation.

Dans sa séance ordinaire du 17 juillet écoulé, le Conseil de la Société géologique de Belgique a émis le vœu de voir le Gouvernement installer d'urgence dans le Sud du Katanga un Service cartographique et géologique ayant pour but de dresser et de publier, soit dans les *Annales du Musée du Congo*, soit dans les revues scientifiques belges, les cartes et documents intéressant la géographie, la géologie et les mines du Katanga. Ce vœu aurait été appuyé auprès de M. le Ministre des Colonies par l'Académie royale des Sciences et par la Société des Ingénieurs et des Industriels.

Nous pensons que la plupart des géologues ne pourront accueillir qu'avec satisfaction cette initiative de la Société géologique de Belgique et seront d'accord pour espérer voir se réaliser promptement la création de ce Service géologique, qui semble appelé à rendre de grands services autant à l'industrie qu'à la science.

Toutefois, qu'il nous soit permis de faire observer qu'à notre avis un vœu ne suffit pas. On ne doit pas perdre de vue que l'activité du Dépar-

tement des Colonies a dû être très intense dans ces derniers temps et que force lui a été de courir au plus pressé; il a fallu, en vue de la transformation du régime économique de la Colonie, élaborer et publier une série de décrets très complexes; aussi, si l'on veut espérer une solution prompte de la question, il nous semble qu'il est utile de faire voir les services que pourrait rendre cette institution. Aussi avons-nous cru le moment venu pour présenter cette note préliminaire, dans laquelle nous nous efforcerons de faire ressortir en quelques lignes l'utilité d'un tel Service et où nous tracerons succinctement les voies qu'on pourrait suivre dans l'organisation éventuelle de ce Service géologique au Katanga.

Pour pouvoir résoudre ces deux points, il faut naturellement, surtout en questions coloniales, recueillir le fruit de l'expérience des autres, en examinant ce qui a été fait dans d'autres pays, et, dans le cas qui nous intéresse, nous nous adresserons surtout, pour nos comparaisons et les exemples, aux pays à vastes étendues et de civilisation récente.

Nous pensons pouvoir parler un peu en connaissance de cause sur certaines de ces questions, car ayant été attaché depuis près de dix ans au Service géologique de Belgique, nous avons collaboré à l'instauration des diverses sections qui forment la base de cette institution, de création plutôt récente, et qui paraît n'avoir rien à envier aux autres institutions semblables de l'Europe.

D'autre part, les nombreux voyages que nous avons entrepris, autant dans le nouveau monde que dans l'ancien, nous ont permis d'étudier sur place les services géologiques de pays à grandes richesses minérales, tels que le Canada, Terre-Neuve, le Mexique; nous avons examiné en détail l'organisation de ces services, ainsi que la plupart de ceux des pays d'Europe.

Dans divers congrès géologiques, récemment encore à celui de Stockholm, nous avons pu rencontrer les directeurs et des fonctionnaires de services géologiques, tels que ceux de l'Égypte, des Indes anglaises, de l'Australie, et nous avons pu recueillir de vive voix des renseignements très intéressants sur l'organisation de ces services respectifs.

C'est en examinant et en comparant ces différentes organisations et en compilant les renseignements qui nous ont été fournis, que nous croyons pouvoir présenter un plan d'organisation pratique d'un Service géologique au Katanga, qui, avec les modifications nombreuses et heureuses que d'autres y apporteraient, pourrait servir de guide aux per-

sonnes chargées d'étudier cette question et de point de départ pour l'organisation du Service géologique dans notre colonie d'Afrique.

Nous pouvons maintenant entrer directement dans notre sujet en examinant les deux points suivants :

1° Utilité et but d'un Service géologique au Katanga.

2° Plan d'organisation éventuelle de ce Service.

§ I. — Utilité et but d'un Service géologique au Katanga.

Sous prétexte que la Belgique n'avait pas encore terminé l'œuvre complète de sa Carte géologique, c'est-à-dire les textes explicatifs de cette Carte, et que, d'autre part, l'on se disposait à reviser la Carte géologique existante, des géologues ont pensé que le moment n'était pas encore venu de s'occuper du Congo, mais qu'il fallait d'abord terminer l'œuvre commencée en Belgique.

Nous ne pouvons pas admettre cette manière de voir. Nous ne voyons pas en quoi le Service du Katanga empêcherait le Service géologique de la Belgique de continuer son œuvre; du reste, un Service de la Carte géologique n'aura jamais achevé sa tâche en Belgique, car, les cartes géologiques étant basées sur les recherches nouvelles qui modifient les idées et, par suite, les interprétations de la carte, celle-ci ne sera jamais achevée et devra toujours être tenue à la hauteur des idées nouvelles.

Est-ce une pénurie de géologues que l'on craindrait? Mais il nous semble que les géologues que l'âge et le climat d'Afrique empêcheraient de s'expatrier suffiront amplement pour continuer l'œuvre commencée en Belgique, et que la jeune génération des géologues, qui veulent appliquer les connaissances acquises dans nos universités, auront au Congo un vaste champ nouveau et du plus haut intérêt par la variété des gisements, pour y consacrer le plus fort de leur ardeur.

Nous sommes certain que déjà à présent le nombre est suffisant pour un commencement et, si le besoin s'en faisait sentir, nos universités pourraient bientôt fournir une vraie légion de jeunes et entreprenants géologues.

Qu'il nous soit permis maintenant de faire remarquer d'abord que le Service géologique du Katanga ne devra pas être une institution ayant pour but de faire le travail à la place des sociétés concessionnaires de recherches, mais nous pensons que son rôle sera de profiter de ces recherches, de les aider et de les orienter afin d'agrandir les connaissances générales sur ces vastes régions, de manière qu'elles

puissent servir utilement aux chercheurs futurs et éviter à ceux-ci des dépenses et des sacrifices inutiles.

N'avons-nous pas vu, tout au début de l'organisation économique de cette grande colonie du Congo, alors que les recherches minières du Katanga étaient encore quasi inconnues, et que l'on ne pensait retirer de la Colonie que les produits du sol végétal, installer immédiatement, au prix de grands sacrifices, un jardin botanique dont le but était de faire des essais de culture des espèces culturales existantes susceptibles de donner des rapports, de faire des essais de culture d'espèces nouvelles et des essais d'acclimatation d'espèces étrangères, ainsi que d'étudier le moyen de lutter contre les maladies qui ravagent les plantations existantes [1]?

Ce jardin botanique, dirigé par des hommes de valeur sortant de nos écoles supérieures d'agriculture, a rendu et rendra toujours de grands services aux plantations au Congo.

En effet, c'est dans ce service que l'on peut se documenter sur les essais déjà faits, et profiter de l'expérience acquise; ces expériences officielles évitent aux particuliers de faire des travaux de plantation et des dépenses que l'expérience a déjà condamnés.

Ne semble-t-il pas que si pour l'agriculture on a été obligé de recourir à un service spécial officiel, à plus forte raison pour les richesses minérales du sol, dont le rapport peut être d'une valeur infiniment plus élevée, un service spécial s'impose? N'avons-nous pas vu, aussitôt après la guerre du Transvaal, le Gouvernement anglais établir des services géologiques officiels au Transvaal, au Natal et même dans le Zoulouland, malgré l'existence déjà ancienne du Service géologique du Cap à Capetown?

Examinons maintenant ce qui s'est passé jusqu'à ce jour dans la colonie du Congo au point de vue des recherches minières.

Diverses sociétés concessionnaires de recherches ont envoyé et envoient dans leurs concessions des missions, composées de prospecteurs chargés de rechercher les richesses qui éventuellement pourraient donner lieu à une exploitation.

Ces missions, qu'ont-elles rapporté jusqu'à ce jour au point de vue des connaissances générales de la géologie du Congo?

Nous avons pu examiner, lors de la dernière excursion de la Société

---

[1] Nous venons d'apprendre, par la voie des journaux, que l'on vient de décider de créer trois nouveaux jardins botaniques, l'un dans le Bas-Congo, l'autre dans le Kasai et le troisième dans le Katanga.

L'emplacement du jardin botanique du Katanga sera aux environs d'Élisabethville.

géologique de Belgique, faite en commun avec la Société belge de Géologie, les différents échantillons de terrains qui ont été recueillis au Congo et exposés au Musée colonial de Tervueren.

A part une belle carte géologique à petite échelle de notre savant collègue M. J. Cornet et quelques rares échantillons recueillis en des points connus par des personnes au courant des sciences géologiques, l'ensemble de cette collection nous paraît appelé à rendre bien peu de services et donne bien peu de renseignements précis sur les terrains composant le sol du Congo (1).

A quoi doit-on attribuer cette pénurie de documents ?

Il nous semble que la raison est bien simple à trouver : c'est à cause du défaut de centralisation; il manque un institut, en Afrique, qui aurait pour but de centraliser les connaissances géologiques acquises et les matériaux recueillis, et qui pourrait éclairer et orienter les chercheurs.

Ces derniers n'ont à leur disposition, jusqu'à ce jour, que les publications géologiques de quelques-uns de nos collègues des deux sociétés géologiques, parmi lesquelles nous pouvons citer les remarquables travaux de MM. J. Cornet, H. Buttgenbach, Brien, Passau et Dewez.

Mais cela est insuffisant; il manque une institution officielle établie au Katanga et dont le but devrait être de :

1° Faire un examen complet et scientifique de la constitution géologique et minéralogique du sol et des ressources minières du Katanga, et qui s'étendrait ultérieurement à tout le Congo ;

2° Entretenir un Musée géologique et minéralogique en vue d'exposer des spécimens types des diverses compositions géologiques du sol, afin de permettre aux prospecteurs d'acquérir une connaissance complète et exacte de la géologie et de la minéralogie du Katanga. Ce Musée constituerait aussi une collection de matériaux utiles et pourrait également fournir des spécimens types pour le Musée colonial de Tervueren ;

3° Préparer et publier des cartes, plans, coupes, diagrammes et dessins qui sont nécessaires pour l'illustration et l'éclaircissement des rapports et levés géologiques ;

4° Faire des recherches paléontologiques et chimiques ;

5° Étudier les projets relatifs aux distributions d'eau pour les usages domestiques et industriels, et éventuellement pour les irrigations ;

---

(1) Nous ne parlons ici que des collections officielles ; nous ignorons s'il se trouve des collections plus complètes au sein des sociétés particulières; mais ces collections, si elles existent, n'étant pas accessibles au public en général, ne peuvent avoir d'importance que pour les intérêts strictement privés.

6° Rassembler et conserver tous les échantillons provenant des travaux d'art et des mines ;

7° Se livrer à des recherches géographiques et éventuellement agro-géologiques.

§ II. — Plan d'organisation du Service géologique et cartographique.

Ayant examiné succinctement l'utilité et le but de ce Service, nous avons complété notre travail par un petit plan d'organisation qui découle de l'étude que nous avons faite de l'organisation des services géologiques institués dans d'autres pays nouveaux.

Dans ce petit plan, nous avons subdivisé cette organisation en plusieurs sections et nous avons développé les attributions de chacune de celles-ci.

Nous avons également examiné la question du personnel au point de vue de son nombre et de ses fonctions.

Toutefois, nous nous sommes décidé à ne pas publier en ce moment cette deuxième partie de notre travail ; nous attendrons jusqu'à ce que M. le Ministre des Colonies ait accordé l'audience demandée par la Commission formée au sein de la Société géologique de Liége, afin d'éviter la publication d'opinions diverses qui ne manqueraient pas de se produire à la suite de notre travail et que nous ne considérons pas à leur place avant que le Gouvernement ne se soit prononcé sur la nécessité de la création du Service géologique et cartographique au Katanga.

Pour terminer, nous désirons demander à la Société belge de Géologie de bien vouloir nous apporter sa collaboration en appuyant le vœu émis par la Société géologique de Belgique, que le Gouvernement se décide à étudier d'urgence la question de la création d'un Service géologique et cartographique dans le district du Katanga.

Discussion.

M. Malaise est d'accord avec M. Halet pour réclamer la création d'un Service géologique au Katanga.

M. le Président demande à l'assemblée si elle est disposée à appuyer la demande de M. Halet.

L'assemblée est unanime pour charger le Bureau de transmettre ce vœu.

La séance est levée à 9 h. 30.

ANNEXES AU PROCÈS-VERBAL

REPRODUCTION

E. van den Broeck et E.-A. Martel. — **Hydrologie. Sur les conditions de filtrage efficace des eaux souterraines dans certaines formations calcaires.** (Extrait du compte rendu de la séance du 10 septembre 1910 de l'Académie des Sciences de Paris.)

Depuis plusieurs années, les études détaillées de l'un de nous (E. van den Broeck) en Belgique ont établi que, dans certains calcaires, il paraît possible de se départir de la suspicion générale jetée sur les émergences des calcaires fissurés.

Le carbonate de chaux des *roches* est toujours partiellement dissous par les eaux d'infiltrations chargées d'acide carbonique et d'autres dissolvants fournis par les réactions chimiques dues à l'altération des roches schisteuses, pyriteuses, séléniteuses, alunifères, etc., avoisinant les calcaires. Les éléments siliceux et l'état cristallin de certains calcaires retardent ou atténuent leur altération.

La substance calcaire des *fossiles* est ou bien de l'aragonite, substance grenue et impure, facilement désagrégeable et soluble, ou bien de la calcite cristallisée spathique, beaucoup moins soluble, surtout si elle est associée à des matières siliceuses.

Dans les calcaires *secondaires* et surtout *tertiaires*, divers organismes (les Mollusques notamment) offrent à la fois les deux états, et leur dissolution est alors partielle.

Dans les terrains *primaires*, la plupart des fossiles ont été transformés uniquement en calcite cristallisée; les Échinodermes surtout, les Échinides (Oursins), Astéroïdes (Étoiles de mer) et Crinoïdes (Lis

de mer) de tous les âges se transforment complètement en cristaux de calcite.

L'état d'extrême division des Crinoïdes dans les *calcaires crinoïdiques*, très détritiques, du Carboniférien belge donne naissance, par la dissolution de leur gangue calcaire amorphe, à un véritable *gravier biologique* retenant les résidus plus fins, ainsi que l'argile de dissolution, et *colmatant, d'une manière remarquablement constante, les fissures et les diaclases de ces calcaires.*

Dans les *calcaires homogènes et purs* (Givétien, Couvinien, etc.), l'altération et la dissolution multiséculaires de la roche élargissent constamment les amples canaux des eaux souterraines. L'extrême finesse du résidu, spécialement argileux, des calcaires de ce type, fort répandu, le fait entraîner rapidement par les eaux, sans filtrage ni même décantation. Les eaux ressortent donc de ces calcaires *à l'état brut*, telles qu'elles y sont entrées par les points d'absorption, polluées par les charniers du fond de certains chantoirs, ou par des infiltrations superficielles diversement contaminées.

Leurs émergences sont bien alors des *résurgences* ou *fausses sources*, sujettes à des périodes variables et irrégulières de troubles et de contaminations.

Au contraire, dans les calcaires crinoïdiques à débris fossilifères du *Tournaisien* et parfois même du Viséen inférienr, les joints, fissures et diaclases sont, principalement en profondeur, *colmatés* de matières gravelo-sablo-argileuses, à propriétés filtrantes très efficaces. Et comme la circulation souterraine des eaux y est très ramifiée et ralentie dans des fissures, très nombreuses mais peu développées, les eaux en émergent, vraiment filtrées, sous forme de vraies *sources*, très recommandables pour l'alimentation privée et publique.

Il en est de même dans les *calcaires dolomitiques et dolomitisés*, dont le résidu meuble, très homogène et finement sableux, n'a rien de biologique, mais est constitué par les particules insolubles cristallisées de carbonate de magnésie.

De même pour les calcaires gréseux et les grès à ciment calcaire, dont les fissures se colmatent de grains sableux insolubles et filtrants.

Quant aux roches à la fois crinoïdiques et dolomitisées (calcaires carbonifères viséens inférieurs du Hoyoux moyen, Modave, etc.), elles réalisent le plus complet filtrage.

Le voisinage des deux types rocheux à « résurgences » et à « sources » peut, soit en permanence, soit lors des crues, aboutir au mélange souterrain d'eaux brutes et d'eaux filtrées. La résultante peut s'appeler

théoriquement *résurgence sourcière*. En pratique, un tel mélange, même très temporaire, devra toujours être tenu pour suspect, à moins que des circonstances exceptionnelles ou des travaux spéciaux de protection n'éliminent les apports temporaires d'eaux brutes souillées.

Parfois les calcaires fissurés non crinoïdiques ou dolomitiques du Viséen supérieur et inférieur et, plus *exceptionnellement* encore, ceux du Dévonien (calcaires couviniens, givétiens et frasniens), peuvent fournir des eaux utilisables comme sources, dans des cas spéciaux réclamant une étude hydro-géologique préalable.

La disposition en pli ou en bassin synclinal (fond de bateau) favorise tout particulièrement, en Belgique, l'accumulation des eaux souterraines filtrées par les colmatages crinoïdiques ou dolomitiques; conjointement avec un substratum imperméable (schiste ou argile), elle prévient complètement les déperditions souterraines par exutoires lointains ou inaccessibles. Cette disposition est donc la meilleure pour l'accumulation *sur place* de réserves aquifères importantes assurant, dans les dépressions topographiques, la sortie d'émergences, tout à fait comparables aux lieux de drainage et aux sources de bas niveau des nappes aquifères des terrains meubles.

En résumé, *en Belgique*, les *calcaires crinoïdiques*, base du Carboniférien, du bassin géologique de Dinant, constamment disposés en bassins ou en plis synclinaux, sont spécialement aptes à fournir, d'une manière remarquablement constante, des eaux de sources filtrées et potables. Les niveaux essentiellement crinoïdiques T^1c T^2b du bord septentrional de ces massifs constituent les lieux d'élection de telles eaux, sous forme de « rivières souterraines filtrées ».

Seule l'existence éventuelle de grandes diaclases accidentelles d'origine tectonique et celle de dérangements accentués dans des régions spécialement faillées et disloquées, pourraient, localement ou régionalement, influencer défavorablement la qualité de ces émergences aquifères.

Tout ceci constitue en somme un correctif important et de haut intérêt pratique [1] à la défiance (par ailleurs justifiée dans ses grandes lignes) recommandée par l'un de nous (Martel), depuis 1892, contre les émergences des calcaires en général.

---

[1] E. van den Broeck, E.-A. Martel et Ed. Rahir, *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*. Bruxelles, 1910.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE

Géologie, par Jules Cornet, professeur à l'École des Mines et Faculté polytechnique du Hainaut. Tome II, contenant les chapitres I à XIV (*pro parte*) de la deuxième partie de l'ouvrage. 1 vol. grand in-8° de 608 pages, avec 8 planches et 173 figures dans le texte. Mons, Librairie générale Leich-Putsage. 1910.

Nous avons publié précédemment une analyse du tome Ier de cet ouvrage (voir tome XXIII, 1909, Proc.-verb., p. 297). Rappelons que, dans ce premier volume, l'auteur, s'adressant à des élèves qui n'ont encore aucune notion de géologie, les initie aux principes de cette science en les conduisant sur le terrain et en leur faisant observer successivement toutes les formations géologiques affleurant en Belgique et dans les pays voisins. Ce livre, véritable résumé de nos connaissances sur la géologie belge, constitue dans la pensée de l'auteur une introduction au cours proprement dit de géologie. C'est la première partie de ce cours qui vient de paraître. Nous croyons être utile à nos lecteurs en en donnant une analyse assez détaillée.

Les trois premiers chapitres traitent de la *Terre dans son ensemble*, de l'*État physique de notre globe* et de la *Constitution chimique de l'écorce terrestre*. Ces chapitres sont aussi courts que substantiels; ils contiennent nombre de renseignements et de chiffres du plus haut intérêt. Ces données sont purement positives et indépendantes de toute théorie sur l'origine de la Terre.

Puis l'auteur aborde (chap. IV) l'étude de la *Structure de l'écorce terrestre*, c'est-à-dire de la *tectonique générale*. Ce chapitre est largement développé; il ne comprend pas moins de cent pages avec de très nombreux croquis. Les différents cas sont d'abord envisagés théoriquement, puis, suivant une méthode que nous retrouverons dans tout le reste de l'ouvrage, chacun d'eux est illustré d'un exemple typique choisi dans la nature. Cette manière de procéder a un double avantage : tout d'abord, elle montre que les notions ayant cours dans la science ne sont pas artificielles, mais proviennent de l'interprétation

de faits observés; en second lieu, elle fait comprendre d'un mot, en les ramenant aux schémas théoriques qui viennent d'être exposés, des cas particuliers de géologie locale, parfois assez complexes et qui, étudiés à part, nécessiteraient chaque fois des explications laborieuses.

Ce chapitre contient huit planches de photographies d'échantillons obtenus par M. Lohest, au cours de ses expériences de tectonique.

Les dislocations intimes des roches sont étudiées de façon très complète; signalons notamment les pages consacrées au clivage schisteux.

L'auteur parle enfin des *fentes filoniennes*, envisagées comme un cas particulier des failles, ou, plus généralement, des fentes de l'écorce terrestre. Ici s'intercale donc tout naturellement un chapitre de la *Science des gîtes;* l'auteur le développe assez largement, puisqu'il s'adresse à des élèves-ingénieurs, étudiant surtout la géologie en vue de son utilité pratique. Nous observons ici une seconde caractéristique du livre, qui est d'introduire, dans l'exposé de la géologie générale, à la place qu'elles doivent logiquement occuper, les principales notions de géologie appliquée; l'élève comprend clairement ainsi que cette dernière science n'est pas une science distincte, qui peut s'étudier séparément, mais qu'elle est intimement unie à la géologie pure et qu'elle doit, dans l'enseignement, lui être subordonnée.

Le chapitre V décrit les *Aspects extérieurs de l'écorce terrestre;* l'auteur traite successivement des limites des terres et des mers, du relief du fond des océans, du relief des terres émergées, des profils et contours des continents; puis, après un rapide examen des théories proposées pour expliquer le processus de la déformation du sphéroïde terrestre, il signale quelques anomalies de la pesanteur et du magnétisme, et termine par des considérations sur la répartition et les causes des climats et sur la distribution actuelle et ancienne des faunes et des flores.

Ces cinq premiers chapitres sont donc essentiellement descriptifs : ils sont relatifs à la forme, à l'état physique et à la composition du globe, ainsi qu'à la structure et à l'aspect extérieur de l'écorce.

L'auteur va aborder à présent un ordre d'idées différent : il va nous parler des *Phénomènes géologiques*, il va nous montrer à l'œuvre les agents qui, depuis les origines, ont influé sur l'évolution de notre globe. C'est pourquoi M. Cornet, après avoir, dans le chapitre VI, donné un aperçu général de ces phénomènes, en aborde l'étude par les premiers en date, c'est-à-dire par ceux qui ont présidé à la formation de notre globe et à la consolidation de son écorce; dans le

chapitre VII, consacré à l'*Origine de la Terre*, il rappelle donc les principales théories cosmogoniques en vogue et, dans le chapitre suivant, les hypothèses qui ont été émises pour rendre compte du mode de formation de la première écorce solide.

En réalité, ces trois chapitres auraient pu, sans inconvénient, être fondus dans les trois premiers du volume : c'est que, en effet, les chapitres IV et V, relatifs à la tectonique et à la morphologie, ne peuvent être constamment descriptifs; les faits qui y sont exposés sont, eux aussi, la conséquence de *phénomènes* dont l'auteur ne peut s'empêcher de parler : un pli ne peut guère être étudié indépendamment des phénomènes de plissement, une faille indépendamment des phénomènes d'affaissement ou de charriage dont elle est la conséquence.

Je me hâte de dire que cette remarque n'a, en somme, pas d'importance; si, à première vue, les raisons qui ont déterminé l'auteur à adopter l'ordre indiqué n'apparaissent pas clairement au lecteur, il est certain cependant que cet ordre est parfaitement logique et qu'en tout cas il ne nuit en rien à la clarté du livre.

Après avoir (chapitre IX) exposé les principales théories relatives aux causes des mouvements de grande amplitude de l'écorce terrestre, l'auteur donne (chapitre X) un résumé succinct, substantiel et tout à fait mis à jour de la *Séismologie*, cette science qui a pris, en ces dernières années, un si remarquable essor ; ajoutons qu'il ne se borne pas à en rappeler les résultats géologiques, mais qu'il aborde aussi les problèmes de physique que cette science soulève (mode de propagation des ondes, appareils enregistreurs, courbes isoséistes, etc.).

Viennent ensuite deux chapitres : *Phénomènes éruptifs* et *Phénomènes post-éruptifs*, qui sont certainement parmi les plus intéressants et les plus instructifs du volume. Le lecteur y trouvera notamment une étude fort détaillée des roches éruptives, envisagées au point de vue de leurs caractères extérieurs, de leurs éléments constituants, de leur mode de gisement, etc. ; l'auteur, toutefois, reste autant que possible sur le domaine géologique et laisse notamment de côté tout ce qui est relatif à l'examen microscopique des roches.

Le reste de ces chapitres est consacré à l'étude des magmas, aux volcans proprement dits et aux *phénomènes pneumatolytiques et hydrothermaux* qui ont accompagné ou suivi les phénomènes éruptifs.

Ces deux chapitres, si complets et si fortement documentés, méritent d'autant plus d'être signalés qu'il y a une tendance, dans l'enseignement de la géologie en Belgique, à laisser quelque peu dans l'ombre tout ce qui est relatif aux roches cristallines, qui jouent pourtant dans

la nature un si grand rôle et dont la présence est liée à tant de problèmes délicats.

Appelons l'attention, au point de vue de la géologie appliquée, sur le paragraphe concernant la *formation des gîtes épigénétiques*.

Après un chapitre consacré à l'*Action de l'atmosphère*, l'auteur étudie enfin l'*Action des eaux continentales*. C'est le chapitre le plus important de l'ouvrage : il comprend à lui seul plus du tiers du tome II et il n'est pas achevé (les paragraphes concernant l'action des eaux lacustres et de l'eau à l'état solide paraîtront dans le tome III). Il ne peut être question de l'analyser ici en détail. Disons seulement qu'après des généralités sur les eaux continentales, l'auteur étudie l'action des eaux météoriques ou superficielles et décrit les phénomènes d'altération des roches. La partie relative à la circulation des eaux souterraines est un véritable cours, précis et clair, d'hydrologie. Les actions chimiques exercées par ces eaux et notamment les phénomènes complexes de concrétionnement, d'imprégnation, de cimentation, etc., sont ensuite longuement décrits. Le tome se termine par des considérations sur l'action des eaux courantes, c'est-à-dire donc sur les phénomènes d'érosion, de transport, de sédimentation, de creusement des vallées, etc.

Dans ce long chapitre, comme du reste dans tout l'ouvrage, les phénomènes qui ont joué un rôle dans la formation des gîtes minéraux et métallifères sont étudiés de manière particulièrement approfondie et font souvent l'objet de sous-chapitres distincts. Citons spécialement ceux qui sont intitulés : *Altération des éléments des gîtes métallifères*, *Les nappes pétrolifères*, *Les gîtes de remplissage des grottes*, *Les gîtes alluviaux*.

Comme on le voit, et quoi qu'en dise l'auteur dans sa préface, le livre que publie M. Cornet est bien un véritable cours de géologie. Le fait que les divers sujets traités reçoivent des développements fort inégaux et que notamment la géologie descriptive (qui paraîtra dans le tome III) sera fort abrégée, ne suffit pas à enlever à l'ouvrage le caractère d'un traité complet et systématique.

Bien que destiné spécialement aux élèves-ingénieurs et aux ingénieurs, bien que développant avec une prédilection marquée toutes les questions se rattachant plus ou moins directement à la science des gîtes, ce livre sera lu et consulté avec fruit par tous ceux qui s'intéressent, à n'importe quel titre, à la science de la Terre. Il ne ressemble nullement, en effet, à aucun des traités de géologie qui ont été publiés jusqu'ici, et l'on peut dire que, malgré le rôle que joue néces-

sairement la recherche bibliographique dans la rédaction d'un tel ouvrage, l'œuvre de notre confrère a un caractère très nettement original.

L'auteur n'a pas pillé ses devanciers; presque toujours, il a directement puisé aux sources; il s'est documenté dans tous les ouvrages spéciaux, jusques et y compris les plus récents et sans se limiter, bien entendu, aux travaux de langue française. M. Cornet s'est complu cependant à faire de fréquentes allusions aux écrits des géologues belges, et il n'est presque pas de note tant soit peu intéressante au point de vue des idées générales, parue en ces dernières années dans les annales de nos deux sociétés géologiques, qui ne soit citée dans l'ouvrage.

L'exposé de toutes les questions est toujours fait sous une forme franchement didactique; l'étude du livre peut être entreprise par les élèves possédant quelques notions fondamentales de minéralogie, de paléontologie et de chimie. Quand plusieurs théories ont été proposées pour expliquer certains faits, l'auteur les expose successivement, de façon simple et claire, en les schématisant un peu, en les ramenant à leurs lignes essentielles et en citant les principaux arguments par lesquels on peut les défendre; mais il a soin presque toujours d'indiquer, avec raisons à l'appui, celles qui ont réuni le plus de partisans ou celles auxquelles lui-même se rallie; cette façon de faire contribue à augmenter l'intérêt du livre et évite de laisser dans l'indécision l'esprit des étudiants ou des lecteurs inexpérimentés.

Au surplus, les idées personnelles et les aperçus neufs et originaux abondent dans l'œuvre de M. Cornet, et on regrette parfois qu'il n'ait pas mis plus nettement en évidence ce qu'il a tiré de son propre fonds.

Je ferai la même remarque en ce qui concerne la partie documentaire de l'ouvrage. Celui-ci est littéralement bourré de faits; mais dans une œuvre destinée à l'enseignement, cette qualité deviendrait un défaut si ces faits n'étaient toujours bien choisis, typiques, frappants, et s'ils n'illustraient en quelque sorte les idées théoriques. Bon nombre de ces faits, notamment parmi ceux qui sont relatifs à la Belgique et surtout au Congo, sont inédits et résultent des observations personnelles de l'auteur; mais c'est ce que ce dernier néglige le plus souvent d'indiquer.

Notons aussi que M. Cornet cite beaucoup de chiffres et qu'il montre un souci constant de la précision — si rare chez les géologues.

L'ouvrage est écrit avec une parfaite clarté, en un style sobre et net;

je reprocherai pourtant à l'auteur d'avoir légèrement abusé de la terminologie barbare que certains savants ont mise à la mode et d'avoir accordé droit de cité à quelques vocables inélégants qui n'auront, il faut l'espérer, qu'une vie éphémère.

En résumé, le livre du professeur de Mons s'égale, à mon avis, aux meilleurs traités généraux qui aient été publiés. C'est un ouvrage de tout premier ordre, de tendances et d'allure très modernes, qui témoigne d'une érudition énorme, d'une remarquable ampleur de vues et d'une compétence rare dans tous les cantons des sciences minérales. Il rendra les plus grands services aux étudiants, à qui il est spécialement destiné. Il réhabilitera la géologie aux yeux de ceux qui, pour l'avoir jadis mal étudiée, se la représentent comme une suite de fragiles hypothèses et de nomenclatures arides. En un mot, ce livre aura la plus heureuse influence au point de vue de la diffusion de la science géologique en Belgique. B.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE CLOTURE DE L'EXERCICE 1910.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 21 h. 30.

Discours du Président.

Messieurs,

L'an dernier, à pareille époque, nous nous trouvions sous la douloureuse émotion de la mort du Roi Léopold II; le Prince Albert, notre Président d'honneur, était appelé à régner.

Nous croyons devoir rappeler ici qu'en mars dernier, S. M. le Roi Albert nous a fait l'honneur d'agréer la demande qui lui avait été faite, en daignant nous accorder son Haut Protectorat, faveur dont nous sommes fort reconnaissants à Sa Majesté.

Cet événement rappelé, j'ajouterai que les statuts de la Société faisant un devoir au Président de vous présenter, à la fin de chaque exercice, un rapport sur la situation morale et matérielle de notre association, j'ai essayé de dresser ci-après ce bilan spécial pour le soumettre à votre appréciation.

Comme, avant tout, c'est la Science qui nous unit, nous commencerons notre examen par les résultats scientifiques obtenus pendant l'année 1910.

Nos prédécesseurs ayant établi un ordre rationnel dans la revue des subdivisions de la branche que nous cultivons, nous rappellerons d'abord les travaux originaux de nos membres pour ce qui concerne la *Cristallographie*, la *Minéralogie* et la *Pétrographie*.

Ces diverses sciences ne se sont accrues, cette année, que des conclusions de trois travaux, dont deux de M. X. Stainier sur des gisements de dolomie carbonifère et sur le mode de formation de la « Grande Brèche ». La troisième communication est due à M. Cosyns, qui nous a fait connaître ses trouvailles de cristaux de calcite et de globules d'anthracite dans le Calcaire de Visé.

La *Géologie générale* s'est également enrichie de quelques bons travaux, parmi lesquels nous citerons la belle étude du Dr Van de Wiele sur le Calcaire carbonifère et le Culm; celui du Dr P. Gröber sur les résultats tectoniques d'un voyage en Asie centrale, résultats très remarqués et qui ont même amené un changement d'idées chez le célèbre professeur Suess, de Vienne.

Ensuite, M. le Profr Krischtafowitsch nous a exposé sa manière de voir au sujet de la dernière période glaciaire en Europe et dans l'Amérique du Nord, en rapport avec la question de la cause des périodes glaciaires en général. Je dirai en passant que ce travail m'a beaucoup intéressé, qu'il rassemble des faits concordants et qu'il est appelé à jeter quelque lumière sur une partie de la Géologie encore fort discutée de nos jours.

Ajoutons à ces communications celle de M. Rahir sur la formation des « marmites » d'érosion dans diverses vallées de la Belgique et celle que j'ai intitulée « Glaciations et Humanité », qui avait pour but de mettre au point certaines questions au sujet desquelles plusieurs hommes de science me paraissent verser dans une erreur manifeste.

Enfin, mentionnons les analyses de la *Topologie* du général Berthaud et de la deuxième partie du *Traité de Géologie* de M. Haug, la première due à la plume de notre zélé Secrétaire général, le baron L. Greindl; la seconde, œuvre de notre cher confrère M. Van de Wiele.

La *Paléontologie* n'a pas chômé cette année, car nous y rencontrons l'important mémoire de M. l'abbé A. Salée, sur ses nouvelles recherches sur les Polypiers du Calcaire carbonifère de la Belgique et sur le genre *Caninia*, mémoire qui va être mis à l'impression, grâce à des subsides spéciaux, l'un du Gouvernement, l'autre accordé par un généreux donateur; puis vient la *Note supplémentaire* de M. C.-T. Newton, relative aux débris fossiles des petits vertébrés de l'argile de Tegelen, et, enfin, celle de M. le Profr Pohlig, sur un sujet intéressant de *Paléobotanique*.

Mais le principal contingent des publications de l'année a été fourni par la *Géologie* et par la *Paléontologie régionales*.

Reproduire ici les titres de tous ces travaux serait empiéter défavorablement sur le rôle de la table des matières; aussi nous contenterons-nous d'être bref.

Ce sont les terrains primaires qui ont donné lieu aux travaux les plus nombreux et, dans la liste des auteurs, nous reconnaissons les noms de nos confrères les plus estimés.

Pour ce qui concerne le terrain silurien, nous trouvons MM. Malaise, Mathieu et Cosyns qui nous apportent les résultats de leurs observations au sujet du nouveau contact, visible à Quenast, de la porphyrite avec le schiste encaissant.

Le Dévonien a fait l'objet de nombreux et utiles travaux, tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue paléontologique, de la part de notre estimé confrère M. E. Maillieux, dont le mérite a été reconnu par son entrée dans le personnel scientifique du Musée royal d'Histoire naturelle.

Le Calcaire carbonifère a fait, cette année, tout spécialement l'objet d'études nouvelles, poussées toujours plus avant et destinées surtout à rechercher les concordances de nos couches de Belgique avec celles des pays étrangers et plus particulièrement avec celles de l'Angleterre, où un spécialiste éminent, A. Vaughan, a réussi à établir une classification rationnelle, basée sur la présence des Polypiers en évolution, et prenant ainsi, au travers des assises, des formes particulières, susceptibles d'être déterminées exactement et pouvant être reconnues à grandes distances, dans les diverses régions du globe.

Des études de ce genre ont, pour nous, un grand intérêt, car elles nous permettent de sortir enfin de longues discussions où l'esprit de clocher jouait parfois un certain rôle.

Grâce aux beaux travaux de M. le chanoine de Dorlodot, de l'abbé G. Delépine, du Dr P. Gröber et de l'abbé Salée, le débat s'est élargi considérablement et nous nous engageons dans la voie des classifications internationales, ce qui constitue l'un des buts principaux de notre activité.

Les terrains secondaires ont suggéré peu de communications spéciales : nous ne pouvons citer que celle de MM. Jérôme et L. de Dorlodot sur la puissance et la composition des marnes du Keuper à Habay; mais en revanche, ils ont donné lieu à d'intéressants articles de la part de MM. Stainier et l'abbé Schmitz, qui ont continué à nous tenir au courant de leur détermination des couches traversées par les grands sondages de la Campine et notamment des couches crétacées et tertiaires qui y ont été rencontrées.

L'un des principaux résultats réside dans la reconnaissance de l'étage Montien, nettement situé sous le Heersien, ce qui jette une vive clarté sur la répartition du Montien dans le Nord-Est de notre pays.

Il y a lieu de signaler, dans le même ordre d'idées, plusieurs notes de M. F. Halet, donnant la coupe de divers puits artésiens de la Belgique.

Enfin, pour terminer ce qui a rapport au Tertiaire, nous devons encore rappeler les travaux de M. G. Hasse sur les couches miocènes et pliocènes rencontrées dans les grands travaux de terrassements exécutés autour d'Anvers.

De mon côté, j'ai présenté quelques notes où j'étudie les relations existant entre les restes des humanités primitives et la stratigraphie des terrains quaternaires, tandis que notre confrère J. Lorié nous faisait connaître le résultat de ses recherches sur le Diluvium de l'Escaut.

Telle est l'énumération succincte des travaux de science pure qu'il nous a été donné de lire dans nos publications; mais la science appliquée n'a pas, non plus, été négligée.

Tout d'abord, l'hydrologie se présente à notre attention et nous y voyons, de notre confrère R. d'Andrimont, un bon résumé des connaissances acquises sur la circulation des eaux dans le sol et le sous-sol.

Vient ensuite le beau et utile travail de M. G. Richert sur les eaux souterraines de la Suède, puis la note de M. L. Marchadier relative aux effets de la sédimentation sur la limpidité et le titre bactérien des eaux de rivière.

Enfin, n'oublions pas de signaler la volumineuse documentation présentée à la Société par le Dr Poskin sur la Rabdomancie et la partie hydrologique du travail de M. F. Halet sur les puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs.

Au point de vue minier, nous avons eu le plaisir de pouvoir insérer dans nos publications les résumés des grandes recherches de houille effectuées dans le Limbourg hollandais par les soins du Service officiel de prospection de l'État, dirigé par M. van der Gracht, résumés rédigés avec tant de compétence et de fidélité par notre sympathique confrère le Dr Van de Wiele.

Nous savons tous que notre activité ne se borne pas aux communications en séance; nous possédons encore d'autres moyens de nous instruire : ce sont les conférences et les excursions.

Mais les années de grandes Expositions universelles ne sont pas toujours favorables à l'éclosion de ces manifestations scientifiques.

C'est ce qui s'est produit cette année. Avant l'ouverture, nous avions espéré pouvoir conduire la Société au travers des parties où les sciences que nous cultivons auraient pu étaler des merveilles, mais il a fallu en rabattre et aucune visite officielle n'a eu lieu.

Les excursions, en général, ont du reste souffert également de la

situation, aggravée souvent par un temps détestable ne permettant aucune prévision.

Toutefois, un bon nombre de nos confrères sont allés à Quenast, observer, sous la direction de MM. Hankar-Urban et Mathieu, le contact de la porphyrite et des roches encaissantes.

La réunion à Bruxelles des deux grandes sociétés géologiques du pays, dirigée par MM. Mourlon, Cornet, Buttgenbach et Malaise, a également attiré la plupart des géologues de Bruxelles et de la province soit à la course dans les terrains tertiaires, soit à la visite du Musée de Tervueren, soit enfin dans les couches siluro-cambriennes de la vallée de la Senne.

De leur côté, les spécialistes hydrologues se sont aussi rendus à Modave, où, sous la conduite de M. l'ingénieur Deblon, ils ont pu se rendre compte des travaux de captage des sources de la vallée du Hoyoux.

Une conférence avait été annoncée à l'Exposition : c'est celle de M. L. Bertrand, sur la structure et l'histoire géologiques des Pyrénées françaises et de leurs abords.

Elle a été donnée, dans la galerie française, et avec une grande autorité, devant un auditoire des plus restreints, ce qui n'a certes pas engagé votre Bureau à renouveler l'expérience.

Une bonne vingtaine de nos collègues ont cependant bien voulu venir entendre la causerie que j'ai donnée dans la nouvelle « Salle de comparaisons » ouverte au Musée royal d'Histoire naturelle, au cours de laquelle j'ai résumé l'état de nos connaissances sur l'évolution des industries humaines préhistoriques.

Tel est le bilan scientifique de l'exercice 1910.

En somme, il est très honorable et nous devons adresser tous nos remerciements à nos vaillants confrères qui sont venus nous exposer, avec tant de succès, les résultats de leurs recherches.

Si, avec l'abondance des travaux présentés, nous avions pu constater une bonne assiduité à nos séances, nous ne pourrions être qu'entièrement satisfaits.

Malheureusement, nous ne réalisons plus les belles chambrées d'autrefois et l'époque où nous trouvions habituellement la cinquantaine de membres autour des orateurs est déjà loin.

Je ne sais exactement à quoi attribuer ce relâchement, mais je ne serais nullement étonné de ce que le peu de séductions qu'offre le local dans lequel se tiennent nos séances y soit pour quelque chose.

Si, de la situation morale, nous passons à la situation matérielle,

nous constatons que le nombre de nos membres effectifs s'est légèrement accru.

Nous avons eu la douleur de perdre cinq de nos confrères parmi les plus sympathiques : ce sont MM. Lahaye, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; Kuborn, docteur en médecine et fondateur de la Société de Médecine publique; Henricot, sénateur et l'un de nos fondateurs; Prinz, le regretté professeur de géologie et de minéralogie à l'Université de Bruxelles, enlevé à la fleur de l'âge, et enfin M. L. Heuseux, directeur des Charbonnages de Courcelles-Nord.

En outre des décès, nous avons encore perdu, par démission, quatre membres effectifs et deux associés régnicoles; mais en revanche, nous avons admis parmi nous quinze membres effectifs, ce qui fait un gain de six membres de cette dernière catégorie.

Le brillant conférencier français, M. L. Bertrand, a été élu membre associé étranger.

Au point de vue du nombre des membres, la situation est donc satisfaisante ; mais rappelons-nous tous qu'il est plus facile de perdre un confrère que d'en amener un nouveau ; aussi, ayons tous l'œil ouvert pour que, par l'admission de nouveaux membres, notre effectif ne s'abaisse pas.

Reste enfin la situation financière.

L'an dernier nous pouvions annoncer, non sans satisfaction, que 1909 avait clôturé l'ère des déficits; malheureusement, 1910 pourrait bien nous y engager à nouveau. En effet, notre zélé et prudent Secrétaire général nous fait remarquer que non seulement le volume de l'année courante a déjà pris des proportions respectables, mais qu'il reste à publier des comptes rendus d'excursions de 1909 qui pourraient être importants, ainsi que la fin des *Mémoires*.

De toutes façons, les subsides spéciaux destinés à la publication du mémoire de M. l'abbé Salée seront pour notre caisse un baume salutaire.

Mais nos principales ressources consistant dans les cotisations des membres, c'est toujours de ce côté que nous devons, tous, avoir les yeux tournés. J'espère que vous vous mettrez dans l'esprit ces paroles de votre Président sortant, pour nous éviter des mécomptes.

Ces paroles termineraient ce que j'ai à vous dire si quelques considérations pratiques ne m'avaient été suggérées par notre Secrétaire général, qui touchent aussi de très près à la prospérité financière et morale de notre Société.

Des exemples récents nous ont encore montré combien le rôle du

secrétariat est rendu délicat et difficile par un certain laisser-aller de quelques auteurs.

Les uns remettent, pour impression, des travaux incomplètement élaborés, entraînant à de véritables abus de corrections supplémentaires, qui élèvent considérablement les frais d'impression ; d'autres apportent soit des manuscrits incomplets, occasionnant des correspondances et des retards, soit des dessins négligés qui, pour être transformés en zincs, doivent être recommencés aux frais de la Société ; d'autres enfin, après nous avoir fait des communications intéressantes, n'envoient aucun manuscrit.

Comment, dans de pareilles conditions, vous présenter des comptes et des budgets ?

Si ces irrégularités tendaient à persister, le Conseil aurait à vous soumettre des mesures destinées à les supprimer, comme, par exemple, la remise de la communication jusqu'au moment où le manuscrit complet serait remis en séance à M. le Secrétaire général.

Nous ne vous demanderons pas encore de vote sur cette question, car il est toujours pénible de se montrer sévère envers des confrères ou des amis ; mais nous y appelons la très sérieuse attention des membres, afin qu'ils ne risquent pas, par négligence, de rompre le bon fonctionnement de notre organisation, déjà assez compliquée par elle-même, et de mettre à une trop rude épreuve des bonnes volontés qui nous sont éminemment précieuses.

Exposé de la situation financière.

L'exercice 1909 a éteint l'ère des déficits, mais la reconstitution du capital des garanties n'est pas achevée, et la Société est impuissante à publier tout travail important sortant du cadre ordinaire de ses publications sans aides spéciales, qui heureusement ne nous ont pas fait défaut pour la publication du mémoire in-4° que nos membres vont recevoir.

Il importe que les droits d'entrée soient annuellement versés aux garanties, au lieu d'être absorbés par les dépenses courantes.

Situation financière de l'exercice 1909 (clôturé).

Recettes.

Cotisations et entrées	fr.	5,289 95
Membre à vie		200 »
Ministère du Travail (Bibliothèque)		300 »

Subside du Gouvernement	1,000 »
— de la province de Brabant	1,000 »
— — de Hainaut	500 »
— de la ville d'Anvers	500 »
Intérêts des garanties et du compte courant	594 25
Abonnements et ventes de publications	675 15
Quotes-parts d'auteurs dans les publications	153 »
TOTAL . . . fr.	10,212 35

Dépenses.

Bulletin et Mémoire in-4° . . . fr.	4,758 53
Photogravures, dessins, clichés	1,997 45
Affranchissement et distribution du Bulletin	619 26
Convocations aux séances et excursions	186 27
Frais de bureau	532 24
Traitements et indemnités	778 »
Abonnement et reliure	194 65
Versement au capital des garanties	385 »
Fr.	9,451 40
Solde débiteur de l'exercice 1908 (*reporté*)	718 59
Fr	10,169 99
Solde créditeur à reporter à l'exercice 1910	42 36
TOTAL . . . fr.	10,212 35

Situation financière de l'exercice 1910 (non clôturé).

Recettes.

Cotisations et entrées . . . fr.	5,174 15
Ministère du Travail (Bibliothèque)	300 »
Subside de la province de Brabant	1,000 »
Subside de la ville d'Anvers	500 »
Vente de mille fascicules Résumé d'hydrologie	250 »
Intérêts des garanties et du compte courant	756 »
Abonnements et ventes de publications	550 10
TOTAL . . . fr.	8,530 25

Dépenses.

Bulletin (Pr.-verb., 1 à 9; Mém., fasc. I, II, III)	fr.	4,436 93
Photogravure, dessins et clichés		1,499 31
Affranchissement des publications		582 72
Convocations aux séances		222 27
Frais de bureau		296 91
Traitements et indemnités		798 »
Bibliothèque (abonnements)		64 80
Reste disponible		629 31
TOTAL ÉGAL	fr	8,530 25

Budget pour 1911.

Le Conseil propose le budget ci-dessous :

Recettes

Cotisations et entrées	fr.	5,200 »
Intérêts des garanties et du compte courant		700 »
Subsides divers		3,300 »
Abonnements et ventes de publications		500 »
TOTAL	fr.	9,700 »

Dépenses.

Bulletin	fr.	5,800 »
Dessins, clichés, impression des planches		1,500 »
Distribution du Bulletin, convocations aux séances		1,000 »
Frais de bureau, correspondance		300 »
Traitements et indemnités d'employés		800 »
Reliures à la Bibliothèque		100 »
Reconstitution des garanties		200 »
TOTAL ÉGAL	fr.	9,700 »

Programme d'excursions diverses. — Session extraordinaire.

Le Conseil a l'honneur de proposer que l'excursion annuelle ait lieu dans le Bas-Luxembourg, sous la direction de MM. Jérôme et Cuvelier.

Des excursions d'un jour ou d'une demi-journée seront organisées

autant que possible et dès à présent nous pouvons annoncer pour la bonne saison :

Une excursion dans les carrières de phosphate de Ciply et Saint-Symphorien, sous la direction de M. J. Cornet.

Une excursion à Hofstade, sous la direction de M. Rutot, pour laquelle on demandera le concours de MM. Kemna et Van Bogaerde au point de vue des travaux techniques.

Une excursion à Saint-Servais (Namur), où la Compagnie intercommunale des Eaux a fait creuser huit à neuf puits dans le calcaire dolomitique. M. Malaise s'offre à la continuer par l'étude du bord Nord du bassin de Namur vers Rhisnes.

M. Watteyne, inspecteur général des Mines, invite la Société à visiter le laboratoire d'expériences de Frameries.

M. Hasse se met à la disposition de la Société pour renouveler la visite aux grands travaux d'Anvers.

M. Mourlon promet de convoquer ses confrères pour étudier les coupes fraîches des environs de Bruxelles.

Elections.

Quarante-deux bulletins de vote sont parvenus au secrétariat de la part de divers confrères empêchés d'assister à l'Assemblée générale. Vingt bulletins sont déposés en séance.

M. le Président, assisté de M. F. Halet, dépouille les votes pour la Présidence.

M. E. Cuvelier obtient 33 voix ; M. Malaise, 29.

M. le Président déclare M. E. Cuvelier élu président pour le terme 1911-1912; il regrette que son absence ne permette pas de lui transmettre la présidence.

Le vote pour la nomination de quatre vice-présidents a donné les résultats suivants :

M. J. Cornet, 58 voix; M. H. de Dorlodot, 38 voix ; M. Kemna, 35 voix; M. E. Mathieu, 30 voix; M. A. Rutot, 48 voix; M. X. Stainier, 38 voix; M. C. Malaise, 1 voix.

MM. J. Cornet, H. de Dorlodot, A. Rutot et X. Stainier sont élus.

M. J. Willems est réélu délégué du Conseil à l'unanimité des suffrages.

L'élection de trois membres du Conseil a donné les résultats suivants :

M. E. Cuvelier, 27 voix ; M. Hankar-Urban, 42 voix; M. C. Malaise,

24 voix; M. E. Mathieu, 19 voix; M. Mourlon, 36 voix; M. Rabozée, 38 voix.

MM. Hankar-Urban, Mourlon et Rabozée sont élus pour le terme 1911-1912.

L'assemblée générale renouvelle le mandat du Secrétaire général pour un terme de quatre ans.

M. Van de Wiele accepte également son maintien au secrétariat.

Le mandat de M. Devaivre, bibliothécaire, est renouvelé.

Le mandat du Comité de publication vient à expiration; ce Comité comprend MM. Cuvelier, Jacques et Kemna. Bien que l'article 47 des Statuts dise que ce mandat est compatible avec celui de membre du Conseil, il semble au Bureau qu'il y a lieu de remplacer M. Cuvelier, appelé à la Présidence; le Bureau propose à l'Assemblée M. le Commandant Mathieu.

Le Comité de vérification des comptes a ses pouvoirs renouvelés pour deux ans.

La séance est levée à 10 h. 15.

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 20 DÉCEMBRE 1910

Approbation du procès-verbal de la séance mensuelle de décembre 395

Correspondance. 395

Dons et envois reçus 396

Présentation et élection de nouveaux membres 402

G. Hasse. Sables noirs dits miocènes bolderiens (*1re note complémentaire*). . 402

F. Halet. Un Service géologique et cartographique au Katanga. Son utilité et son organisation 405

REPRODUCTION.

E. van den Broeck et E.-A. Martel. Hydrologie. Sur les conditions de filtrage efficace des eaux souterraines dans certaines formations calcaires. . 411

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE.

Jules Cornet. Géologie 414

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DE CLOTURE DE L'EXERCICE 1910

Discours du Président 421

Exposé de la situation financière. 427

Budget pour 1911 429

Programme d'excursions diverses. — Session extraordinaire 429

Élections. 430

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

—

Mémoires

—

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910 — Fascicule I.

—

Smithsonian Institution,
NOV 26 1910
National Museum.

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

—

1910

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut-Protecteur : S. M. le Roi

Mémoires

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

1910

ÉTUDE

SUR LE

CALCAIRE CARBONIFÈRE DE BELGIQUE

(HAINAUT ET RÉGION DE NAMUR)

Comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre

PAR

G. DELÉPINE
Maître de conférences à l'Université catholique de Lille.

Cette étude comprend deux parties :

I. Exposé succinct des caractères stratigraphiques du calcaire carbonifère dans le bassin de Namur.

A. Série des formations :

1. Sur la bordure Nord du bassin, de l'Escaut à la vallée de la Méhaigne.

2. Sur la bordure Sud, de Landelies à Flémalle-Haute.

B. Succession des zones fossilifères. Zones qui constituent les points de repère principaux dans cette région.

II. Comparaison avec le calcaire carbonifère d'Angleterre.

Caractères du calcaire carbonifère dans la province du Sud-Ouest. Comparaison avec les caractères des formations de Belgique et conclusions.

---

(1) Mémoire présenté à la séance de janvier 1910.

PREMIÈRE PARTIE.

Caractères stratigraphiques du calcaire carbonifère dans le bassin de Namur.

§ I. — Série des formations [1].

Bordure septentrionale du bassin de Namur.

1. Tournai. — Dans les nombreuses carrières qui s'échelonnent depuis la commune d'Allain près Tournai jusqu'à Antoing, on peut distinguer trois groupes : 1) celles qui s'ouvrent à l'Est de Tournai, sur le territoire d'Allain et le long de la route qui conduit à Gaurain ; 2) celles de Vaux sur la rive droite de l'Escaut, et celles de Pont-à-Rieux, Chercq et Calonne sur la rive gauche; 3) la carrière de Crèvecœur près Antoing.

Une faille dirigée d'Ouest en Est existe sur le bord méridional des carrières du premier groupe; une autre faille, plus importante, semble-t-il, sépare les carrières du second groupe de celle de Crèvecœur.

a) Dans les carrières d'Allain dominent des *calcaires à encrines* qui alternent avec des calcaires plus argileux, en bancs minces, qui parfois se débitent en grandes plaques et qui ont été appelés *calcschistes*.

Ces formations renferment :

Spirifer tornacensis.
Syringothyris laminosa.
Syringothyris cf. *cuspidata* (= *Syr. Carteri* Schuchert).
Athyris Royssii.
Athyris lamellosa.
Orthis Michelini.
Orthothetes crenistria.
Strophomena analoga.
Productus Burlingtonensis (= *Pr. Flemingii* de Kon.).
Chonetes hardrensis.
Michelinia favosa.
Zaphrentis sp.

---

[1] Les coupes qui ont servi à faire ce travail seront données en détail et discutées dans un ouvrage en préparation sur le calcaire carbonifère. Aussi me bornerai-je ici à un simple *exposé*, sans même mentionner les épaisseurs des formations, sauf en quelques cas. De même m'abstiendrai-je de donner à nouveau une bibliographie que M. de Dorlodot a donnée dans les intéressants travaux publiés en 1909 dans les *Mémoires de la Société belge de Géologie*. Les travaux de M. de Dorlodot et de plusieurs autres géologues belges, et en Angleterre les travaux de M. Vaughan m'ont été d'un très grand secours dans mes recherches sur le calcaire carbonifère.

Au sommet de ces carrières se trouve un niveau très constant où abondent *Philippia gemmulifera*, avec des Polypiers nombreux :

Syringopora θ Vghn (= *Syr. laxa*).
Cyathaxonia cornu.
Zaphrentis Konincki.
Caninia cornucopiae.

b) Dans les carrières du second groupe, on voit se superposer à des calcaires encore très crinoïdiques, des calcaires noirs plus argileux, avec cherts à plusieurs niveaux. A cause du pendage général vers le Sud, les calcaires à encrines sont bien représentés à Pont-à-Rieux au Nord, et les calcaires à cherts s'y trouvent au sommet; à Vaux et à Chercq, les calcaires crinoïdiques ne se trouvent plus qu'à la base; à partir de Calonne, le calcaire noir à cherts affleure seul, puis les mêmes niveaux se maintiennent, grâce à des modifications dans le pendage (qui est devenu presque horizontal) et à de petites failles.

A Pont-à-Rieux, dans les couches immédiatement inférieures au calcaire noir à cherts, *Michelinia favosa* abonde; on trouve :

Caninia cornucopiae.
Spirifer tornacensis.
Spirifer cinctus.
Productus Burlingtonensis.
Productus pustulosus.
Productus concinnus.
Monticulipora.
Gastropodes.

Dans les calcaires noirs, avec les fossiles précédents, on trouve aussi *Caninia cylindrica* (1).

Toute cette faune se retrouve, identique, dans les calcaires noirs de Vaux, dans ceux de Chercq et dans la moitié inférieure des carrières situées à la limite Nord de Calonne. Partout le fossile le plus commun est *Caninia cornucopiae*, dont les formes extérieures offrent un grand nombre de variations et qui couvre littéralement certains bancs. *Productus Burlingtonensis* est commun. A Vaux, des *Athyris* nombreuses.

Dans les calcaires noirs compacts de Calonne, on n'avait guère signalé jusqu'ici de fossiles. Les Céphalopodes n'y sont pas rares pourtant : *Orthoceras*, *Cyrtoceras*, *Nautilus*. En face de l'église de Calonne, j'ai vu un banc avec *Productus Burlingtonensis* et *Chonetes hardrensis*. Enfin, dans les carrières situées sur la rive gauche de

(1) = *Caninia gigantea* var.

l'Escaut en face d'Antoing, *Productus Burlingtonensis*, *Caninia cornucopiae* sont assez communs. Jusqu'ici les calcaires de Calonne ne m'ont livré aucun fossile qui permette de les considérer avec certitude comme appartenant à un horizon paléontologique supérieur à celui des autres calcaires de la région de Tournai (1). Toute la faune qu'on trouve depuis Allain jusqu'à Antoing est proprement celle qui se rencontre partout où existe le Dinantien inférieur ou Tournaisien. On peut toutefois y distinguer deux zones : LA PREMIÈRE, inférieure, représentée à Allain, avec *Spirifer tornacensis* et *Zaphrentis* sp., et où *Caninia cornucopiae* n'apparaît qu'au sommet; LA SECONDE, supérieure, beaucoup plus développée, avec *Caninia cornucopiae*, *Caninia cylindrica*, *Spirifer cinctus*.

c) La carrière de Crèvecœur entame les mêmes formations que celles de Pont-à-Rieux : les mêmes associations de fossiles s'y retrouvent (2).

2. VALLÉE DE LA DENDRE. — Au Sud d'Ath, à Attre, on rencontre les couches les plus inférieures du calcaire carbonifère qu'on puisse observer dans le bassin de Namur. Au-dessus des grès dévoniens, y sont mis au jour environ 25 mètres de grès calcareux, schistes et calcschistes avec traînées de crinoïdes, qui contiennent :

Spirifer tornacensis.
Spiriferina cf. *octoplicata* (= *Syr. peracuta* de Kon.).
Syringothyris cf. *cuspidata* (= *Syr. Carteri*).
Reticularia sp.
Athyris planosulcata.
Productus bassus Vghn.
Orthothetes.
Leptaena.
Gastropodes : *Evomphalus*, *Capulus*.
Philippsia sp.
Zaphrentis sp. (très commun).

Un peu au-dessus de ces formations se placent les calcaires noirs peu crinoïdiques, surmontés de couches avec cherts, qu'on voit à Mévergnies, — puis les dolomies à cherts de Brugelette, les dolomies de la route de Bolignies. Comme l'avait remarqué déjà M. Cornet (3), les mêmes niveaux se retrouvent tout le long de la Dendre, depuis Méver-

(1) *Spirifer lincatus*, signalé comme venant du calcaire de Calonne, est en réalité *Reticularia lineata*, qui existe sans doute à Visé, mais qui est commun aussi dans le Tournaisien de l'Avesnois et du Sud-Ouest de l'Angleterre. Par contre, M. Barrois a trouvé dans les carrières Gahide (Nord de Calonne) *Productus mesolobus*, qui existe également parmi les fossiles cités comme provenant de Denée.

(2) Pour l'étude plus détaillée de Tournai, je me permets de renvoyer à une note intitulée : *Études sur le calcaire carbonifère du Hainaut*, présentée à la Société géologique du Nord en décembre 1909.

(3) *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. III, p. XCIII, 1876.

gnies jusqu'auprès du Pont de Lens. Les dolomies de Moulin Cambron renferment des crinoïdes et peuvent être considérées comme l'équivalent dolomitisé du « petit granite » de Soignies [1].

3. Écaussines-Feluy-Arquennes. — La formation la plus connue du calcaire carbonifère du Hainaut est le calcaire à encrines appelé *petit granite,* exploité à Soignies, Écaussines, Feluy, et plus à l'Est, à Ligny.

Il est généralement difficile dans ces localités d'en établir la position exacte au point de vue stratigraphique, sauf au Nord d'Arquennes. La série des affleurements en ce dernier point fournit la coupe suivante, de la base au sommet :

1. Grès et psammites du Dévonien supérieur [2].
2. Schistes, grès calcareux et calschistes à crinoïdes avec *Zaphrentis* sp., *Spirifer tornacensis* et les fossiles qu'on trouve à Attre au-dessus des grès dévoniens [3].
3. Calcaires à encrines, avec *cherts* à plusieurs niveaux, en bancs minces, se débitant en plaques; *Spirifer tornacensis* de grande taille, *Syringothyris* cf. *cuspidata*, *Orthis Michelini*, etc. (les fossiles qu'on trouve dans les « calcschistes » d'Allain).
4. Dolomie avec traînées crinoïdiques [4].
5. Calcaire à encrines en gros bancs (*petit granite*) avec :

Spirifer tornacensis.	*Leptaena.*
Spirifer cinctus.	*Michelinia favosa.*
Syringothyris laminosa.	*Syringopora reticulata.*
Syringothyris cf. *cuspidata.*	*Zaphrentis Konincki.*
Athyris glabristria.	*Zaphrentis Philippsi.*
Productus pustulosus.	*Caninia cornucopiae.*
Productus concinnus.	*Caninia cylindrica.*
Orthothetes.	

6. Calcaire noir subgrenu, très peu crinoïdique, en bancs plus minces, à *Caninia cornucopiae* et *Caninia cylindrica.*

Il faut ajouter à ces fossiles les nombreuses *dents de poissons* que l'on trouve partout dans ce petit granite.

Dans le *petit granite*, *Can. cornucopiae* est très commune. — Le cal-

---

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. IV, 1904, pp. 702-703.

(2) Dans ces formations se trouvent intercalés les bancs de *calcaire à Ostracodes* signalés par M. Kaisin.

(3) Toutefois je n'y ai pas trouvé *Productus bassus* Vghn.

(4) Affleurements en mauvais état : je n'ai pu y recueillir de fossiles.

caire noir supérieur est mieux découvert à Écaussines que partout ailleurs dans la région: *Can. cylindrica* y est abondante dans certains bancs.

A Ligny, où l'on exploite aussi le *petit granite*, ces bancs supérieurs sont déjà dolomitisés et contiennent des *cherts ;* j'y ai recueilli, outre les fossiles précédents:

Syringothyris cuspidata.
Michelinia cf. *megastoma* (= *Mich. grandis* Mc Coy).

Remarque. — Des faits observés dans la vallée de la Dendre et dans tous les points où affleure le calcaire carbonifère depuis Soignies jusqu'à Ligny, il résulte que l'on peut distinguer dans ces formations trois horizons ayant chacun leurs caractères paléontologiques propres :

1. Schistes, grès calcareux et calschistes : *Spiriferina* cf. *octoplicata, Prod. bassus, Zaphrentis* sp. (Attres, Nord d'Arquennes).
2. Calcaire peu crinoïdique, avec cherts, en bancs minces : *Spirifer tornacensis, Syringothyris* cf. *cuspidata, Productus Burlingtonensis* (Mévergnies, Arquennes, Nord d'Écaussines).
3. Calcaire à encrines (*petit granite*) et calcaire noir subgrenu (avec ou sans cherts) qui le surmonte : *Spirifer cinctus, Caninia cornucopiae, Caninia cylindrica* (1).

Si l'on compare ceci aux observations faites à Tournai, on remarquera que les formations qui affleurent entre Tournai et Antoing correspondent à la deuxième (Allain) et à la troisième (Pont-à-Rieux, Vaux, etc.) des zones paléontologiques indiquées ci-dessus.

4. Vallée de l'Orneau. — A partir de cette vallée et dans toute la région située à l'Est, les affleurements laissent voir non seulement le Dinantien inférieur, mais encore le Dinantien supérieur. Ce dernier y est même plus facile à étudier, parce qu'il est moins affecté par la dolomitisation.

Dans la vallée de l'Orneau, on voit se superposer à quelques bancs de schistes et de calcaires, qui forment le passage au Dévonien, cinq séries de formations :

a) Des calcaires à crinoïdes, avec cherts (2), en bancs minces, se débitant en larges plaques : *Spirifer tornacensis* (de grande taille),

---

(1) Sont indiqués ici pour chaque horizon seulement les fossiles les plus caractéristiques : ceux qui apparaissent à cet horizon, ou bien qui y atteignent un maximum de développement comme taille ou comme nombre.

(2) Parfois sans cherts, mais alors le calcaire est très siliceux.

Syringothyris cf. *cuspidata*, *Orthis Michelini*, *Productus Burlingtonensis*, etc. (toute la série indiquée plus haut des fossiles du calcaire d'Allain).

b) Des calcaires à encrines dolimitisés entièrement [1] : *Spirifer cinctus*, *Caninia cornucopiae*, *Syringopora reticulata*, etc. (la faune du *petit granite* d'Écaussines et Ligny).

c) Une série très épaisse de dolomie, d'abord peu crinoïdique, puis sans encrines, où s'intercalent, à partir d'Onoz, des couches de calcaire noir subcompact et quelques mètres de calcaire blanc grenu. Cette série, qui s'étend jusqu'à la gare d'Onoz-Spy, est très peu fossilifère : je n'y ai trouvé jusqu'ici que des traces peu déterminables qui ne permettent pas d'y reconnaître rigoureusement les successions de faunes et subdivisions.

d) Des calcaires noirs compacts, et des calcaires grenus, avec zones dolomitisées, contenant les fossiles suivants :

Productus cora [2] (commun).
Chonetes sp.
Seminula ficoïdes.
Lithostrotion Martini (très commun).
Syringopora distans.

A la partie supérieure de cette série, les bancs renferment des lignes de cherts.

e) La *Grande Brèche* se superpose à ces bancs, et elle est elle-même suivie de calcaires blancs grenus et de calcaires noirs en bancs minces, qui terminent la série carbonifère dans la vallée de l'Orneau ; je n'ai pu recueillir de fossiles dans ces formations supérieures.

La coupe de l'Orneau ajoute donc aux zones paléontologiques déjà connues, et qui appartiennent au Tournaisien, une zone nettement individualisée dans le Viséen, zone que l'on retrouvera dans toute la région de Namur, à la même hauteur dans la série des formations.

3. Région située entre Namur et Andenne. — Toutes les observations faites peuvent être groupées en une coupe schématique. Tous les éléments de cette coupe peuvent s'observer en superposition presque

---

[1] Je désigne sous ce nom dans cette note le *Productus* dont les caractères sont les mêmes que ceux du *Productus cora* d'Orb. tel qu'il est figuré dans *Paleontologia Universalis*, et j'y rapporte les variétés figurées et désignées par Vaughan sous les noms de *Productus* cf. *corrugatus* et *Productus corrugato-hemisphericus*.

[2] Ils ne le sont pas un peu à l'Ouest de la vallée de l'Orneau, près du village de Saint-Martin.

régulière sur un espace assez restreint, près de Marche-les-Dames et de Namèche.

a) Schistes, dolomie siliceuse, dolomie à encrines : *Spirif. tornacensis* (de petite taille), *Athyris Royssii*, *Spiriferina* sp.

b) Dolomies à encrines, massives, contenant [1] :

Spirifer tornacensis.
Syringothyris laminosa.
Caninia cornucopiae.
Syringopora reticulata.

c) Dolomie avec traînées de grosses encrines, à laquelle se superpose une dolomie d'aspect massif, recoupée par des plans perpendiculaires à la stratification et qui est un calcaire oolithique dolomitisé. Cet horizon renferme des fossiles, notamment les Polypiers suivants :

Caninia cylindrica.
Cyatophyllum φ Vghn.
Michelinia cf. *megastoma* (= *Mich. grandis* Mc Coy).

d) Aux dolomies se superpose une série peu épaisse de calcaires bleus subcompacts, puis de calcaires noirs en bancs minces, qui sont de nouveau dolomitisés d'abord par places, puis entièrement. Ces calcaires noirs dolomitisés passent insensiblement à des dolomies qui deviennent fossilifères :

Chonetes papilionacea.
Seminula sp.
Lithostrotion Martini.

e) Un calcaire oolithique peu développé en épaisseur (3-5 m. près Namèche, 6-7 m. entre le pont de Namèche et Sclaigneaux) fait le passage de la dolomie à des bancs de calcaire noir compact, calcaire noir ou bleu grenu qui est très riche en fossiles [2] :

Productus cora.
Productus corrugato-hemisphericus.
Chonetes papilionacea.
Seminula ficoïdes.
Dielasma (plusieurs espèces).
Gastropodes (*Loxonema, Straparollus, Bellerophon*).
Lithostrotion Martini.
Syringopora distans.
Syringopora ramulosa.

---

[1] Elles sont exploitées entre Marche-les-Dames et Namèche, au point où débouche le ruisseau qui descend de Ville-en-Waret. La série *c* de dolomie à grosses encrines a été entamée de même par une exploitation en ce point.

[2] Exploité comme pierre de taille sur les deux rives de la Meuse à Namèche.

Cette série, puissante au Nord de Namur, à Namèche et à Andenne, se termine par des bancs à lignes de cherts, qui sont dolomitisés en certains points [1].

f) Le calcaire à structure bréchoïde, appelé *Grande Brèche*. Il renferme au Nord de Namur, à Lives et à Samson, des fossiles, partout les mêmes, qui sont extrêmement abondants, mais qui sont localisés dans un horizon d'épaisseur restreinte :

Productus n. sp. (de petite taille = *Prod. undiferus ?* de Kon.).
Seminula ficoïdes.
Dielasma sp.

g) Calcaires grenus et oolithiques peu développés, auxquels se superposent immédiatement des calcaires à encrines [2], qui renferment une faune :

Spirifer striatus.
Productus giganteus var. *edelburgensis*.
Productus punctatus.
Chonetes papilionacea.
Orthis resupinata.
Campophyllum derbiense Vghn.
Lithostrotion irregulare.

h) Calcaires blancs grenus, en gros bancs, qui se terminent au contact du Houiller par 2-3 mètres de calcaire noir argileux, compact, en bancs minces, qui renferme :

Productus longispinus (abondant).
Streptorynchus crenistria.

Dans les schistes qui surmontent ces formations, j'ai recueilli une empreinte de *Calamites*.

Remarques. — 1. Cette coupe fournit, au-dessus des dolomies à encrines du Dinantien inférieur, une série de zones paléontologiques superposées :

Zone à *Cyatophyllum* φ Vghn.
Zone à *Productus cora* (déjà reconnue dans la vallée de l'Orneau).
Zone à *Productus* n. sp. (= *undiferus ?*) de la « Grande Brèche ».
Zone à *Productus giganteus*.
Zone à *Productus longispinus*.

2. — La dolomitisation se rencontre dès la base, et monte presque sans discontinuité jusque dans la zone à *Productus cora ;*

---

(1) En aval du pont de Namèche, par exemple.
(2) Exploités comme pierre de taille sous le nom de « granite » à Samson.

elle affecte même quelques séries de bancs presque sous la *Grande Brèche*.

6. Vallée de la Méhaigne. — La coupe est assez différente de celles qu'on relève plus à l'Ouest, sur la bordure septentrionale du bassin de Namur. Sur les psammites dévoniens repose la série des formations suivantes (1) :

a) Schistes (5 à 6 mètres visibles) (2).

b) Dolomie massive, très caverneuse et traversée par de nombreuses veines de calcite (15 à 20 mètres environ) (3).

c) Dolomie à crinoïdes, renfermant parfois des lentilles d'oolithe (4) :

Spirifer tornacensis.
Caninia cornucopiae.

d) Calcaire à encrines très grosses, renfermant de nombreux fossiles :

Spirifer cinctus de Kon. (= *Sp. subcinctus* de Kon.)
Syringothyris cuspidata.
Syringothyris laminosa.
Athyris sp.
Productus sublaevis.
Chonetes papilionacea.
Orthothetes crenistria.
Evomphales (nombreux).
Syringopora reticulata.
Syringopora favositoïdes.
Michelinia cf. *megastoma* (= *Mich. grandis* Mc Coy).
Caninia cornucopiae.
Cyatophyllum sp.

Les calcaires massifs *c* et *d* atteignent ensemble une épaisseur d'environ 25 à 30 mètres.

e) Calcaire noir, compact, en bancs minces (15 mètres environ, qui surmontent les calcaires à crinoïdes et calcaires oolithiques massifs).

f) Oolithe massive, qui renferme (5) :

Productus cora.
Chonetes papilionacea.
Carcinophyllum θ Vghn.
Lithostrotion Martini.
Syringopora.

---

(1) Entre les formations du Dévonien supérieur et celles du Carbonifère, la Carte géologique indique une faille.

(2) Je n'y ai point trouvé jusqu'ici de fossiles déterminables.

(3) Aucune exploitation n'entamant cette dolomie inférieure, il n'a pas été possible d'y trouver des fossiles.

(4) Notamment près Couthuin, à l'Ouest de la Méhaigne.

(5) Elle est exploitée sur la rive droite de la Méhaigne. Elle offre là une épaisseur de 20 à 25 mètres.

g) Calcaire noir et bleu, grenu ou compact, avec lignes de cherts à la partie supérieure :

Productus cora.
Seminula ficoïdes.
Lithostrotion Martini.

h) Calcaire blanc, grenu et oolithique, massif :

Productus giganteus var. *hemisphericus.*

Remarques. — 1. Cette coupe offre la série des zones fossilifères qui ont été reconnues déjà à l'Ouest sur la bordure Nord du bassin de Namur, du moins à partir de la zone à *Caninia cornucopiae.*

2. La *dolomitisation* ici se limite à la partie inférieure du Dinantien ; elle ne s'élève guère plus haut que la zone à *Caninia cornucopiae.*

3. Le niveau à *Productus cora*, qui ne renferme à l'Ouest que des lentilles peu épaisses de calcaire oolithique, comprend ici à la base une formation oolithique très développée, et au-dessus un calcaire noir compact et bleu grenu très fossilifère.

4. Le niveau qui, dans le reste du bassin (bordure Nord), est représenté lithologiquement par la *Grande Brèche,* est ici représenté par les calcaires blancs grenus et oolithiques à *Productus giganteus*, du sommet de la coupe.

Bordure méridionale du bassin de Namur.

La succession des formations dinantiennes offre sur la bordure méridionale du bassin une remarquable uniformité d'Ouest en Est. Aussi je me contenterai de relever la série des formations en trois points : à Landelies (*Ouest*), à Malonne (*Centre*), à Ampsin et la Mallieue (*Est*).

1. Landelies. — La coupe des bords de la Sambre est classique [1] ; malgré plusieurs failles qui la compliquent, on peut y relever en succession à peu près régulière les formations suivantes :

a) Schistes à *Spiriferina* cf. *octoplicata*, *Orthothetes*, *Orthis Michelini*, *Athyris Royssii*, *Chonetes hardrensis.*

b) Calcaires à crinoïdes avec *Amplexus* sp. très commun.

c) Calcschistes :

Spirifer tornacencis (grande taille).
Syringothyris cf. *cuspidata* (= *Syr. Carteri*).
Syringothyris laminosa.
Athyris glabristria.
Orthis Michelini.

---

[1] Brien, *Description et interprétation de la coupe du Calcaire carbonifère de la Sambre à Landelies.* (Ann. de la Soc. géol. de Belgique, t. XXXII, 1905. *Mém.*, pp. 239 et suiv.).

d) Calcaire noir à crinoïdes, puis dolomie à crinoïdes. Les crinoïdes sont peu abondantes, toutefois, dans ce calcaire et dans cette dolomie, sauf en quelques points; à la partie supérieure, quelques traînées de grosses encrines. — *Syringopora*.

e) Série épaisse de calcaire noir, compact ou subgrenu, avec cherts :

Caninia cornucopiae (commune).

f) Calcaire grenu, noir ou bleu :

Caninia cylindrica.
Cyatophyllum sp.
Chonetes papilionacea.
Productus sp.

g) Dolomie massive.

h) Oolithe à *Productus sublaevis* (commun) — *i*, *j*) calcaires gris et blancs compacts, grenus, ou à structure bréchoïde. (Ces calcaires compacts et bréchoïdes sont ramenés plusieurs fois, grâce à de petites failles.)

k) Calcaire oolithique massif [1] :

Productus cora.
Carcinophyllum θ.
Chonetes papilionacea.

l) Calcaire noir compact et bleu, grenu :

Productus cora.
Seminula ficoïdes.
Lithostrotion Martini.
Dielasma sp.

La partie supérieure de cette série se termine par des bancs qui renferment des lignes de cherts.

m) « *Grande Brèche* » avec fossiles :

Productus n. sp. (= *Prod. undiferus* ? de Kon.).
Seminula ficoïdes.
Dielasma sp.

La présence de ces fossiles et leurs caractères montrent que seuls le banc massif qui contient ici cette faune et les bancs qui lui sont immédiatement superposés sont l'équivalent, dans la coupe de Landelies, de

---

[1] Souvent très altéré; actuellement en exploition.

la *Grande Brèche* des environs de Namur, qui contient les mêmes fossiles (1).

2. Malonne. — Cette coupe est moins complète que celle de Landelies (2). Elle comprend, de la base au sommet, les formations suivantes :

a) Au-dessus de quelques mètres de schistes, un calcaire à encrines renferme *Sp. tornacensis, Athyris* sp.

b) Bancs dolomitisés et calcschistes (3).

c) Calcaire noir à cherts, peu crinoïdique, renfermant :

Spirifer tornacensis.
Syringothyris laminosa.
Syr. cf. *cuspidata.*
Leptaena.
Orthothetes.
Amplexus (très commun).
Polypiers cornus (*Zaphrentis* ou *Caninia?*).

d) Dolomie à crinoïdes : Spiriférides et Polypiers cornus, *Syringopora reticulata.*

e) Dolomie peu crinoïdique, sauf quelques traînées à grosses encrines :

Syringopora reticulata.
Michelinia cf. *megastoma* (= *Mich. grandis*).

A cette dolomie se superpose un calcaire grenu et oolithique, un peu dolomitisé, très fossilifère :

Syringothyris laminosa.
Productus sublaevis (commun).
Chonetes papilionacea.
Orthothetes.
Gastropodes (*Evomphalus* sp.).
Caninia cornucopiae.
Cyathophyllum φ Vghn.
Michelinia cf. *megastoma.*
Syringopora favositoïdes.

---

(1) La brèche à très gros éléments et pâte rouge qui a été exploitée comme marbre, n'est pas une formation dinantienne, mais une formation *postérieure :* cette brèche repose dans de larges fentes creusées dans le calcaire carbonifère ; de plus, elle offre des caractères qui la rapprochent en tout de ce que M. Dixon a décrit dans le Sud du Pays de Galles sous le nom de *gash-breccie,* qu'il regarde comme formée à l'époque du Trias.

(2) La succession des couches inférieures a été donnée déjà par M. de Dorlodot. (*Bull. de la Soc. géol. de Belgique,* t. XXI, 1893-1894, pp. 282-283.)

(3) Je n'ai pas vu moi-même ces calcschistes ; M. de Dorlodot a signalé leur présence à ce niveau dans cette coupe.

f) Une lacune sépare les couches précédentes de la série suivante, qui comprend deux termes :

Un calcaire blanc, grenu et oolithique, stratifié à la base, puis massif, contenant :

Chonetes papilionacea.
Productus cora.

Un calcaire noir compact ou grenu, en bancs minces à la base, plus gros vers la partie moyenne, renfermant des cherts à la partie supérieure :

Productus cora.
Chonetes papilionacea.
Seminula et *Dielasma.*
Lithostrotion Martini.

g) Affleurement de *Grande Brèche.*

3. Entre Huy et Flémalle-Haute. — Les nombreux affleurements qui s'échelonnent sur la rive gauche de la Meuse, à l'Est de Huy, fournissent des éléments qui, réunis, donnent la succession suivante, de la base au sommet (1) :

a) Calcaires à crinoïdes et schistes, en bancs très minces intercalés dans les grès et psammites qui font suite aux grès du Famennien supérieur. Ces calcaires à crinoïdes renferment de petits *Zaphrentis.*

b) Alternance de schistes et calcaire crinoïdique. Puis, schistes à *Spirifer tornacensis*, *Athyris glabristria*, *Martinia linguifera*, *Syringoth. laminosa* (de très petite taille), *Amplexus*, *Michelinia favosa.*

c) Dolomie et calcaire à crinoïdes avec spiriférides et polypiers cornus. *Sp. tornacensis, Syringopora reticulata*, *Caninia cornucopiae*, *Amplexus.*

Des cherts s'intercalent en un point dans cette série dolomitique.

d) Dolomie massive moins crinoïdique, qui passe vers la partie inférieure à une dolomie à grosses encrines disposées par traînées parallèles à la stratification. En certains endroits (2), le niveau n'est dolomitisé que partiellement, et l'on a un calcaire à grandes encrines.

---

(1) Les formations réunies sous les lettres *a, b* et *c* ne se présentent en affleurement continu qu'au voisinage du tunnel d'Ampsin. Une coupe détaillée en a été donnée par M. Lohest. (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique,* t. XXI, p. 75.)

(2) Par exemple au Nord de la gare d'Hermalle, au Nord d'Engis.

Enfin, ces formations à crinoïdes sont toujours couronnées par une oolithe soit en bancs massifs, soit en lentilles entremêlées aux calcaires à encrines. Cet ensemble contient une faune assez riche :

Spirifer cf. *cinctus* de Kon. (= *Sp. subcinctus* de Kon.).
Syringothyris laminosa (très commune).
Syringothyris cuspidata.
Productus sublaevis (assez rare dans cette région).
Chonetes papilionacea (très commune).
Orthothes.
Gastropodes (*Evomphalus* sp.).
Caninia cornucopiae.
Caninia gigantea.
Zaphrentis sp.
Cyatophyllum φ Vghn.
Michelinia cf. *megastoma* (commune quand le facies est plus crinoïdique).

e. Calcaires compacts, blancs ou gris, offrant parfois une structure bréchoïde [1].

f. Oolithe massive, peu fossilifère :

Productus cora.
Lithostrotion Martini.
Carcinophyllum sp.
Brachiopodes (*Dielasma, Seminula*).
Gastropodes.

g. Calcaire noir compact et bleu grenu, dont les bancs supérieurs renferment des lignes de cherts :

Productus cora (très commun).
Lithostrotion Martini (très commun).
Syringopora distans.
Gastropodes de grande taille.

h. Calcaire blanc grenu et calcaire oolithique massif à :

Productus hemisphaericus.
Productus giganteus.
Polypiers (*Carcinophyllum* et *Lithostrotion*).

Remarques. — 1. Sur le bord méridional du bassin de Namur, la *dolomitisation* n'envahit, à Landelies, qu'une partie du Dinantien inférieur; partout ailleurs, elle envahit tout le Dinantien inférieur.

---

[1] Cette série peut avoir de 15 à 20 mètres; elle existe partout dans cette région entre l'oolithe à *Productus sublaevis* et l'oolithe à *Productus cora.* Jusqu'ici je n'ai pu y recueillir de fossiles.

2. Malgré cette difficulté due au développement des dolomies, on peut retrouver la même succession de zones, d'un bout à l'autre du bassin, que sur la bordure Nord.

3. De même qu'au Nord, la *Grande Brèche* se trouve remplacée à partir de la région de Huy par des calcaires blancs grenus et oolithiques.

§ II. — Succession des zones fossilifères.

L'ensemble des faits recueillis dans l'étude du bassin de Namur montre que des associations de fossiles — Brachiopodes et Polypiers — se retrouvent toujours les mêmes aux mêmes niveaux du calcaire dinantien d'un bout à l'autre du bassin, quel que soit le facies lithologique. Toutefois, suivant la nature de ces facies, tel ou tel élément de ces associations se développe de préférence, se trouve plus ou moins abondant et de taille plus ou moins grande (1).

Chacune des associations propres à un niveau déterminé comprend certaines espèces qui, *prises isolément*, peuvent apparaître plus bas, ou bien se retrouver, plus ou moins abondantes, dans des zones supérieures (2).

Voici la succession des zones reconnues dans le bassin de Namur, telle qu'elle se dégage des faits résumés dans les pages précédentes; elles sont énumérées en commençant par la base, avec indication des principaux fossiles qui caractérisent chaque groupement :

Zone I (3). *Spirifer tornacensis, Productus burlingtonensis, Chonetes hardrensis, Athyris glabristria, Zaphrentis Omaliusi, Zaphrentis Konincki.*

Zone II. *Spirifer cinctus* de Kon., *Syringothyris* cf. *cuspidata, Caninia cornucopiae, Caninia cylindrica, Syringopora reticulata, Michelinia favosa.*

---

(1) Pour ne citer ici qu'un exemple : *Spirifer cinctus* de Kon. est abondant et de grande taille dans le calcaire à encrines (facies *petit granite*), tandis que les polypiers cornus appartenant au genre *Caninia* abondent et prennent de grandes dimensions dans les calcaires noirs subgrenus appartenant au même niveau (calcaire de Vaux lez-Tournai); ils s'y trouvent avec de nombreux *Productus* de petite taille (notamment *Productus burlingtonensis* = *Pr. Flemingi* de Kon).

(2) C'est le cas notamment de *Seminula ficoïdes*, très commune au niveau à *Productus cora* et *Lithostrotion Martini*, et qui se retrouve cependant abondante encore au niveau de la *Grande Brèche*, situé plus haut.

(3) Je désigne provisoirement chacune de ces zones par un chiffre.

Zone III. *Syringothyris cuspidata. Syringothyris laminosa, Productus sublaevis, Chonetes papilionacea, Michelinia* cf. *megastoma, Syringopora favositoïdes, Caninia gigantea, Cyatophyllum* φ Vghn.

Zone IV. *Productus cora, Seminula ficoïdes, Lithostrotion Martini, Carcinophyllum* θ Vghn.

Zone V. A (niveau de la *Grande Brèche*) : *Productus* n. sp., *Productus hemisphaericus, Productus giganteus, Seminula ficoïdes;* B (calcaire à encrines, supérieur à la *Grande Brèche*) : *Spirifer striatus, Productus giganteus, Campophyllum derbiense, Lithostrotion irregulare.*

Parmi ces zones, certaines sont plus tranchées et offrent des caractères très constants dans toute l'étendue du bassin. Aussi sont-elles des points de repère plus particulièrement précieux pour l'étude stratigraphique du calcaire carbonifère et la détermination des niveaux auxquels se rapportent les divers éléments d'une coupe.

Ce sont les zones II, III et IV. Malgré la variabilité des facies, on retrouve partout ensemble quelques-uns de leurs éléments les plus caractéristiques, et l'on peut déterminer ainsi l'exacte répartition de chaque facies en épaisseur ou en étendue. La dolomitisation, par exemple, affecte sur la bordure Nord du bassin, aux environs de Namur, les formations à partir de la base jusqu'au milieu de la zone à *Productus cora*, et même certains bancs jusqu'au sommet de cette zone; sur la bordure méridionale, elle s'étend seulement jusqu'au milieu de la zone à *Productus sublaevis ;* et dans la vallée de la Méhaigne, elle atteint à peine la base de la zone à *Productus sublaevis* (1).

Reste la question de la répartition des zones entre les deux subdivisions classiques du Dinantien en *Tournaisien* et *Viséen.*

La zone I et la zone II appartiennent incontestablement au *Tournaisien :* la faune de la zone II est un développement et épanouissement des éléments qui apparaissent avec les premières formations calcareuses qui succèdent aux psammites et grès famenniens.

La zone IV et la zone V contiennent une faune qui diffère par tous ses traits essentiels de la précédente, et qui lui succède : elles sont incontestablement du *Viséen.*

Mais la zone III forme un terme de passage : *Chonetes papilionacea, Productus sublaevis, Syringopora favositoïdes, Michelinia* cf. *megastoma* sont des types nouveaux. Par contre, *Spirifer* cf. *cinctus, Syringothyris cuspidata, Syringothyris laminosa, Caninia gigantea* sont des types

(1) Ces mêmes zones sont d'aussi excellents points de repère pour le Condroz : la zone à *Productus sublaevis* notamment se rencontre tout le long du Hoyoux : aux Avins, à Petit-Modave, près la gare de Modave.

anciens. — Si l'on considère surtout ce dernier épanouissement de la faune tournaisienne comme un trait prédominant, il peut sembler préférable de ranger cette zone dans le *Tournaisien* (1). Mais si l'on tient compte du fait que l'apparition d'un certain nombre de types nouveaux marque l'établissement de conditions nouvelles de profondeur ou de température des mers, de régime différent des courants, on sera plus porté à ranger cette zone dans le *Viséen*.

M. Vaughan s'est arrêté à ce dernier parti, en se basant surtout sur le fait que sur la lisière Nord de la province du Sud-Ouest (Bristol et Pays de Galles), une légère transgression existe qui correspond justement aux dépôts de cette zone III, qu'il appelle zone à *Cyatophyllum* φ.

Les étages tournaisien et viséen peuvent être divisés l'un et l'autre en une assise inférieure et une assise supérieure; j'indiquerai ailleurs comment ces subdivisions peuvent être établies en se basant sur la succession des zones fossilifères. — Il reste à ajouter que les résultats obtenus par l'étude paléontologique s'accordent dans leurs grandes lignes avec ceux auxquels M. de Dorlodot a été amené par ses travaux, et qu'il a formulés dans le *tableau de la succession des couches* qu'il a publié en juillet 1909.

DEUXIÈME PARTIE

Comparaison avec le calcaire carbonifère d'Angleterre (2). Province du Sud-Ouest.

Les géologues anglais qui ont étudié le calcaire carbonifère désignent sous le nom de province du Sud-Ouest toute la région méridionale du Pays de Galles qui va de Bristol au Pembrokesh, où les affleurements du Dinantien se présentent en une série de bandes sur le parcours des plis hercyniens dirigés là d'Est en Ouest. Un très important travail du

---

(1) Dans une note antérieure, j'indiquai ce point de vue et adoptai provisoirement cette solution. Il me semble préférable aujourd'hui de marquer la séparation entre Tournaisien et Viséen au-dessous de la zone à *Productus sublaevis;* le système aurait l'avantage de rendre plus facile la comparaison avec l'Angleterre, les mêmes subdivisions étant adoptées de chaque côté.

(2) Cette question a fait l'objet d'une communication assez étendue à la Société géologique du Nord (16 juin 1909); je me contenterai ici d'en donner un résumé. M. Lohest, en 1894, a publié une note *Sur le parallélisme entre le calcaire carbonifère des environs de Bristol et celui de la Belgique.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XXII, pp. 7-12.)

Dr Vaughan sur la faune du calcaire carbonifère de Bristol [1], où il prend pour type la coupe de l'Avon, a établi une division en zones que d'autres géologues se sont efforcés de retrouver dans le reste de la province. — Vaughan a divisé le calcaire carbonifère de Bristol en un certain nombre de zones et sous-zones. Pour établir ces zones et pour déterminer les limites de chacune d'elles, il prend comme base les divers stades d'évolution d'un même groupe de fossiles, et il suit leurs variations d'une zone à l'autre [2]. Il a choisi comme type d'évolution le groupe des Polypiers. Il étudie d'ailleurs zone par zone, parallèlement à l'évolution des Polypiers, et à titre de complément, parfois comme élément de contrôle, l'évolution des Brachiopodes.

Je ne donnerai pas ici le détail des coupes de Bristol et du Sud du Pays de Galles, mais seulement l'énumération des zones établies par Vaughan et de leurs subdivisions, puis marquerai les différences et ressemblances avec les formations de Belgique.

Division en zones et sous-zones, de la base au sommet, dans la coupe de l'Avon :

1. **Zone** à *Kleistopora* : série de grès, schistes et calcaires, avec couches à Bryozoaires et à Ostracodes : *Kleistopora geometrica, Eumetria carbonaria, Productus bassus, Spiriferina* cf. *octoplicata, Athyris Royssii, Spirifer* aff. *clathratus, Syringothyris* aff. *cuspidata, Chonetes* cf. *hardrensis, Orthothetes, Leptaena.*

   Sous-zones. { *K1* : à *Productus bassus.*
   K2 : à *Spiriferina* cf. *octoplicata.*

2. **Zone** à *Zaphrentis* (Z) : *Spirifer* aff. *clathratus* [3], *Syringothyris* aff. *cuspidata, Productus burlingtonensis, Zaphrentis* (plusieurs espèces), etc.

   Sous-zones. { *Z1* : à *Zaphrentis Delanoui.*
   Z2 : à *Zaphrentis Konincki. Caninia cornucopiae* apparaît.

---

(1) Vaughan, *Palaeontological sequence in the carboniferous limestone of the Bristol area.* (Quart. Journ. Geol. Soc., vol. LXI, 1905, pp. 181-307.)

(2) Dans les pages qui précédaient, j'ai employé et admis le terme de « zone » dans un sens un peu différent de celui où le prend M. Vaughan : ce dernier désigne pour chaque zone un fossile qui est son *Zonal index*, les autres fossiles venant achever de déterminer et caractériser la zone considérée. J'ai préféré retenir surtout le *groupement*, l'*association* propre à chaque zone.

(3) *Spirifer clathratus* semble représenter en Angleterre ce que l'on appelle en Belgique *Spirifer tornacensis.*

3. **Zone** à *Syringothyris* (C) : *Syringothyris cuspidata, Syringothyris laminosa, Caninia* (plusieurs espèces).

Sous-zones. { *C1 : Caninia cornucopiae.*
C2 : Cyatophyllum φ Vghn.

4. **Zone** à *Seminula* (S) : *Productus corrugato-hemisphaericus, Chonetes papilionacea, Cyrtina carbonaria, Seminula ficoïdes, Lithostrotion Martini, Carcinophyllum* θ.

Sous-zones. { *S1 : Carcinophyllum mendipense.*
S2 : Carcinophyllum θ et *Productus corrugato-hemisphericus.*

5. **Zone** à *Dibunophyllum* (D) : *Productus hemisphaericus, Spirifer bisulcatus, Dibunophyllum* (plusieurs espèces), *Cyatophyllum, Campophyllum, Lithostrotion, Syringopora, Lonsdalia, Alveolites.*

Sous-zones. { *D1 : Dibunophyllum* θ et *Productus giganteus.*
D2 : Lonsdalia floriformis et *Cyatophyllum regium.*
Dy : Lonsdalia duplicata et *Cyclophyllum* sp.

Observations sur les rapports de ces formations avec celles du bassin de Namur.

1. Le simple rapprochement de cette succession des faunes en Angleterre avec celle qui a été donnée plus haut pour le bassin de Namur permet de constater que les niveaux qui correspondent aux zones à *Zaphrentis*, à *Syringothyris*, à *Seminula*, offrent de part et d'autre des caractères à peu près identiques. Il en est ainsi à la fois au point de vue lithologique comme au point de vue paléontologique : des deux côtés, les *polypiers cornus* avec des *spiriférides* sont abondants dans la zone à *Caninia cornucopiae* = zone II, et à ce niveau correspond généralement dans les deux pays le facies *petit granite* le mieux accusé.

De même la zone à *Cyatophyllum* = zone III présente dans sa partie inférieure un niveau oolithique très constant dans le bassin de Namur, comme c'est le cas en plusieurs points de la province du Sud-Ouest. La zone à *Seminula* = zone IV, avec ses calcaires noirs compacts, bleus, grenus, ses facies oolithiques, bréchoïdes, ses *Productus* cf. *corrugatus* et *Lithostrotion Martini*, est celle qui se retrouve la plus uniformément semblable de chaque côté. Enfin, en Angleterre et en Belgique, la *dolomitisation* affecte les masses calcaires des mêmes niveaux et offre des variations parallèles, se réduisant graduellement à mesure qu'on descend du Nord vers le Sud.

2. Par contre, il existe des différences très marquées à la base et à la partie supérieure.

a) Le facies calcareux intercalé aux grès et schistes, qui se trouve dans la coupe de l'Avon tout à fait à la base du carbonifère (zone à *Kleistopora*), ne semble représenté en Belgique que par des formations rapportées au Dévonien supérieur : grès et psammites dans le bassin de Namur (1), calcaire de Comblain-au-Pont dans le bassin de Dinant, zone d'Etroeungt dans le Nord de la France. Mais jusqu'ici *Kleistopora* n'a jamais été trouvé dans ces formations.

b) De même pour la zone supérieure, à *Dibunophyllum*, des différences profondes existent entre les deux régions.

Tandis que cette zone est généralement pauvre en polypiers dans le bassin de Namur, en Angleterre, tout au contraire, c'est la plus riche en genres et en espèces de polypiers, simples et composés. En Angleterre (Sud-Ouest), je n'ai observé nulle part un facies tout à fait semblable à la *Grande Brèche :* les *Concretionary beds* de la coupe de l'Avon sont des bancs à structure noduleuse différente de celle de la *Grande Brèche*. Enfin, tandis qu'en Angleterre ce sont des grès (*Millstone gritt*) qui la plupart du temps succèdent à ces calcaires inférieurs, dans le bassin de Namur ce sont des schistes.

c) Les caractères du calcaire de Visé, qui se trouve à l'Est par rapport au bassin de Namur, doivent être cherchés en Angleterre, non pas dans le Dinantien de la province du Sud-Ouest, mais dans le calcaire du Midland (2). Les différences qui existent entre le calcaire de Visé et celui du bassin de Namur se retrouvent de fait entre le calcaire du centre de l'Angleterre et celui de la province du Sud-Ouest.

En Irlande, on trouve au Nord de Dublin les mêmes facies qu'aux environs de Tournai (3). Dans le comté de Clare, Mr Douglas a signalé l'existence de facies waulsortiens.

Conclusions. — 1. Les zones fossilifères établies dans le Sud-Ouest de l'Angleterre se retrouvent dans le bassin de Namur, où elles se succèdent dans le même ordre. Cette observation donne une valeur géné-

---

(1) Au Nord d'Arquennes, le calcaire à Ostracodes signalé à ce niveau par M. Kaisin pourrait y correspondre peut-être.

(2) J'ai publié une première note sur ce sujet dans le *Bull. Soc. géol. de France* (juin 1909).

(3) Matley et Vaughan, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXII, 1906, pp. 275-323, et vol. LXIV, 1908, pp. 413-474. — Voir aussi *Ann. Soc. géol. du Nord,* t. XXXVIII (1909), pp. 89-91.

rale à la division en zones établie par Vaughan, et en fait un instrument précieux pour l'étude stratigraphique du calcaire carbonifère de Belgique.

2. Le parallélisme observé de part et d'autre dans les grandes lignes, au point de vue paléontologique et au point de vue lithologique, témoigne que le bassin de Namur et la région de Bristol ont été soumis au même régime pendant une grande partie de l'époque du calcaire carbonifère.

ESSAI DE COMPARAISON

ENTRE LES

COUCHES DU CALCAIRE CARBONIFÈRE

DE BELGIQUE ET CELLES DE L'ANGLETERRE

CARACTÉRISÉES PAR DES ZONES A POLYPIERS ET A BRACHIOPODES

PAR

le Dr Paul GRÖBER

PREMIÈRE PARTIE : LE TOURNAISIEN

Je suis chargé, comme collaborateur du Musée royal d'Histoire naturelle, de l'étude et de la détermination des fossiles carboniériens faisant partie des collections de cet établissement.

Pour arriver à une détermination précise des fossiles, il faut connaître exactement les localités et les gîtes d'où ils proviennent et pouvoir s'appuyer sur une stratigraphie d'ordre général qui permette de reconnaître les relations entre ces gîtes différents.

J'ai commencé par effectuer le triage des fossiles de Tournai qui ont servi à de Koninck pour ses ouvrages, et j'ai trouvé qu'il n'y avait presque jamais d'indication précise du lieu de provenance des fossiles, marqués le plus souvent « Tournai ». Selon la légende de la planchette de Tournai et d'Antoing de la Carte géologique à l'échelle du 40 000e, nous trouvons aux environs de Tournai presque toutes les divisions

---

(1) Mémoire présenté à la séance de janvier 1910.

du Carboniférien; or la position stratigraphique des gîtes différents a été fort discutée, parce qu'on s'est basé exclusivement sur les caractères lithologiques pour la détermination de l'âge des couches et qu'il est certain que ces caractères lithologiques sont habituellement insuffisants. Pour ces raisons, j'ai dû me rendre compte personnellement de la provenance probable des fossiles marqués simplement « Tournai » [1], conservés au Musée, et de la stratigraphie de l'étage tournaisien, et ce sont les résultats préliminaires de ces recherches que j'ai l'honneur de présenter à la Société.

Mon travail a été grandement facilité par ceux déjà publiés sur la stratigraphie et la *faunal sequence,* commencés par Arthur Vaughan, puis poursuivis par Vaughan et Silbly pour l'Angleterre, où ces auteurs sont parvenus aux meilleurs résultats.

Vaughan a inauguré ces travaux sur la suite des faunes dans le Carboniférien inférieur par son œuvre : *On the palaeontological sequence in the Carboniferous limestone of the Bristol Area* (Quart. Journ., 1905, vol. LXI, pp. 181 et suiv.). Il a divisé le Calcaire carbonifère en cinq zones selon les caractères paléontologiques. Il n'a employé, pour caractériser ces horizons, que les fossiles dont il n'a pu reconnaître l'évolution pendant l'époque carboniférienne inférieure. Les polypiers ont une valeur prépondérante pour les raisons suivantes :

1° Ils se trouvent partout dans le calcaire;

2° Les genres sont faciles à distinguer, même à l'état fragmentaire ;

3° Ils sont généralement bornés à un niveau certain;

4° M. Vaughan est persuadé que les genres *Zaphrentis, Caninia, Lithostrotion, Clisiophyllum* et *Londsdaleia* sont des stades d'une ligne ininterrompue de développement, et qu'il sera possible de montrer que *Caninia, Cyathophyllum* du type *C.* Φ, *Cyathophyllum* du type *C. Murchisoni* et *Cyathophyllum* du type *C. regium* sont les stades correspondants d'un autre « radius ».

Les différents stades du développement d'un genre sont nommés « mutations ».

Les zones établies d'abord pour la *Bristol Area* se sont retrouvées en Irlande, en Yorkshire, etc. J'ai eu l'occasion de reconnaître quelques-unes d'entre elles en Asie centrale, surtout la *Dibunophyllum zone.* Il n'y

---

[1] Il est utile de faire remarquer que ces fossiles ont été recueillis il y a trente à quarante ans, à une époque où il n'existait pas de stratigraphie du Calcaire carbonifère, et où l'on commençait seulement à entrevoir une division possible entre les fossiles des environs de Tournai et ceux des environs de Visé.

a donc rien d'extraordinaire que j'aie été en état de les trouver en Belgique.

Dans les pages suivantes, je mentionne seulement les meilleures coupes que j'ai vues et qui sont indispensables pour ce que je veux exposer.

Mévergnies.

Carrière à Mévergnies-Attre, exploitée pour les psammites, située au Nord-Est du château, indication des fossiles sur la planchette Blicquy-Ath.

Au sommet de la série découverte dans la carrière, nous trouvons des schistes argilo-calcareux alternant avec des bancs d'un calcaire crinoïdique. On y trouve : *Zaphrentis* sp., *Spirifer* (*Reticularia*) sp., *Spirifer* aff. *clathratus* mut. (abondant), *Syringothyris* aff. *cuspidata* mut. K (rare), *Spiriferina* cf. *octoplicata*, *Camarotoechia mitcheldeanensis*.

Le caractère lithologique et paléontologique est donc le même que celui de la subzone à *Spiriferina* cf. *octoplicata* de Vaughan.

Vaughan n'y a pas trouvé de polypiers, tandis que dans cette coupe il y a beaucoup de *Zaphrentis* sp., que je décrirai dans l'annexe. La subzone a ici une épaisseur de 12 à 16 mètres au-dessous. Entre les psammites dévoniens et la subzone à *Spirifera* cf. *octoplicata* se trouvent des schistes argileux en banc épais, quelques bancs de calcaire intercalés vers la base qui sont donc à synchroniser avec la *Cleistopora*, zone inférieure de M. Vaughan. Je n'y ai pas rencontré de fossiles.

Yvoir.

Carrière derrière la gare.

Sommet : Petit granite (d'Yvoir) = *T2b* (5 mètres). On y trouve *Caninia cylindrica* mut. γ en abondance et de caractères typiques Ce fossile est borné à l'horizon γ de Vaughan, de sorte que je n'hésite pas à synchroniser le petit granite d'Yvoir, ou plutôt cette partie inférieure du petit granite, avec l'horizon γ de Vaughan. A part *Caninia cylindrica* mut. γ, on observe des *Zaphrentis*, *Chonetes* cf. *comoïdes*.

Calcaire (à cherts) d'Yvoir = *T2a*. Je n'ai pas réussi à trouver des fossiles assez bien conservés.

Calcschistes (fort silicifiés) de Maredsous = *T1d* (12 mètres).

On trouve au sommet en abondance :

Syringothyris cuspidata (= aff. *cuspidata* mut. C).

Au milieu :

Zaphrentis aff. *Phillipsi* (abondant);

Zaphrentis aff. *cornucopiae* (rare);

Schizophoria resupinata (très abondant);

Chonetes semblable à *Chonetes hardrensis* (très abondant);

Syringothyris aff. *cuspidata* mut K (assez rare);

Spirifer aff. *clathratus* (= *Sp.* aff. cf. Vaughan, *Bristol Area*, t. XVI, fig 5).

Ayant considéré le petit granite comme faisant partie de l'horizon γ de Vaughan, nous ne sommes pas étonné de rencontrer au-dessous de cet horizon la faune caractéristique de la *Zaphrentis zone* supérieure. Selon Vaughan et Sibly, *Zaphrentis* aff. *Phillipsi* (en abondance) et *Zaphr.* aff. *cornucopiae* sont caractéristiques de Z_2, ainsi que *Chonetes* cf. *hardrensis*. *Schizophoria resupinata* a servi pour la dénomination de la subzone à *resupinata*. L'accord est tellement prononcé que nous voyons *Syringothyris cuspidata* (= *S.* aff. *cuspid.* mut. C) également prévaloir au sommet; ce fossile a remplacé les *Spirifer* aff. *clathratus* et *Syringoth.* aff. *cuspidata* mut. K, abondants dans les horizons situés plus bas dans la subzone. Il paraît être très vraisemblable que les calcschistes de Maredsous représentent le Z_2 à Yvoir et que les couches du sommet sont les équivalents de la partie supérieure du Z_2 à Bristol.

Calcaire (à stratification confuse) de Landelies = *T1c*; comme fossiles, pas autre chose qu'*Amplexus* (15 mètres).

BASE : Schistes à *Spiriferina* cf. *octoplicata* = *T1b*. On n'hésiterait guère à synchroniser ces schistes avec K_2 (*octoplicata* subzone) de Vaughan.

Nous avons donc reconnu, basés sur les fossiles, les horizons K_2 et Z_2 de Vaughan, et il est permis de synchroniser le calcaire de Landelies avec Z_1 malgré l'absence de fossiles caractéristiques, parce que le mur et le toit sont d'un âge connu. Il est difficile de fixer nettement la limite entre Z_2 et γ à Yvoir. J'incline à croire qu'il faut considérer le calcaire d'Yvoir comme faisant partie de l'horizon γ pour des raisons que j'expliquerai à l'occasion de la description des gisements de Feluy.

Feluy.

A 20 mètres au Nord-Est de l'écluse 28 du canal de Charleroi commence une petite coupe, le long d'un chemin vicinal qui monte dans la direction Nord-Est, vers un endroit nommé *Au Berger*. Nous trouvons au commencement de la coupe un petit granite non fossilifère, un

peu dolomitisé vers la base; les bancs ont une inclinaison légère vers le Sud. En suivant ce chemin, nous arrivons après trente à quarante pas à un affleurement d'un calcaire fort crinoïdique alternant avec de minces bancs de schistes argilo-calcareux. Les bancs calcareux contiennent de nombreux fossiles, surtout :

Syringothyris cuspidata (= S. aff. *cusp.* mut. C. Silbly) . . très abondant.
Syringothyris laminosa. . . . . . rare.
Spirifer aff. *clathratus* var. (à oreilles arrondies) . . . . très abondant.
Etc.

Quelques pas au delà d'une maison (la première en montant), nous descendons dans une carrière (située à 200 mètres à l'Est de l'écluse 29) où nous trouvons des bancs d'un calcaire fort crinoïdique alternant avec des schistes argilo-calcareux. Les calcaires contiennent, surtout au milieu de la coupe, beaucoup de fossiles.

Syringothyris cuspidata (= S. aff. *cusp.* mut. C. Silbly) . . très abondant.
Spirifer clathratus var.
Etc.
Zaphrentis aff. *Phillipsi* (surtout dans les schistes sous le calcaire fossilifère).
Caninia cylindrica mut. γ.

La comparaison des deux coupes nous montre que le calcaire fort crinoïdique et très fossilifère alternant avec des schistes minces sont les mêmes. *Caninia cylindrica* mut. γ (type) nous prouve que nous nous trouvons dans l'horizon γ de Vaughan. Selon MM. Velge, Lohest et de Dorlodot, les ouvriers de cette carrière ont dit que ces gisements exposés dans la coupe ont été recouverts par des couches à cherts, mais qui ont été enlevées au fur et à mesure des travaux de la carrière ; on trouve encore quelques cherts disséminés dans la carrière.

Près du pont du chemin de fer d'Arquennes, dans la carrière du Trou-aux-Rats, il y a des calcaires schisteux riches en cherts surmontés par quelques bancs de calcaire crinoïdique. Nous retrouvons ces couches à l'Ouest du canal, entre les écluses 28 et 29. Comme dans la carrière du Trou-aux-Rats, on recueille dans le calcaire schisteux à cherts de nombreux

Syringothyris cuspidata (= S. aff *c.* mut. C. Silbly)
Etc.

A l'Ouest de l'écluse 29, dans une carrière abandonnée, des calcaires alternant avec des schistes sont exposés ; les bancs de schistes s'amin-

cissent au fur et à mesure qu'on descend dans la suite des couches; je suppose qu'ils forment un niveau un peu plus ancien que les calcaires crinoïdiques alternant avec les schistes que nous avons signalés dans la carrière de Rousseau.

A l'Est de l'écluse 30, un petit chemin monte vers l'Est. Au commencement de ce chemin, on rencontre des schistes argileux alternant avec des bancs d'un calcaire crinoïdique; j'y ai recueilli, sans parler de quelques *Spirifer* et *Athyris*, *Zaphrentis* sp., la même que j'ai déjà signalée de Mévergnies-Attre provenant des couches à *Spiriferina* cf. *octoplicata*. Dans une grande carrière plus au Nord-Est, on trouve au-dessous de ces couches (inclinaison 8-10° S.-O.) une série épaisse de schistes argileux dans la partie inférieure desquels des bancs de calcaire sont intercalés. Les psammites forment le mur. La comparaison de ces couches à l'écluse 30, à Feluy, avec celles de Mévergnies-Attre offre donc un accord complet et permet de les synchroniser avec la *Cleistopora zone* de Vaughan.

Au Sud et au-dessus du calcaire crinoïdique schisteux riche en cherts (à en juger par l'inclinaison méridionale des couches), nous trouvons à l'Est et à l'Ouest de la gare un calcaire assez crinoïdique à gîtes argilo-bitumineux irrégulièrement intercalés, c'est-à-dire la continuation du petit granite parfois dolomitisé de l'écluse 28. Je crois que la lacune entre ces deux séries est très peu considérable. J'ai trouvé dans une carrière située au Sud du chemin de la gare à Feluy :

Michelinia sp.
Canino-cyathophyllum C^2

Nous arrivons donc à établir la suite des couches de la façon suivante :

Sommet : 20 à 25 mètres de calcaire crinoïdique (petit granite) à gîtes argilo-bitumineux intercalés à *Canino-cyathophyllum* C^2. *Cyathophyllum* aff. φ. (Pl. II, fig. 6).

5 mètres de calcaire peu crinoïdique, schisteux, riche en cherts, à *Syringothyris cuspidata* (= *S.* aff. *c.* mut. C. Silbly).

6 mètres de calcaire fort crinoïdique alternant avec des bancs de schistes argileux à

Caninia cylindrica mut. γ.
Syringothyris cuspidata (= *S.* aff. *c.* mut. C. Silbly).
Syringothyris aff. *laminosa*.
Spirifer aff. *clathratus* var.

4 mètres (visibles) de calcaire peu crinoïdique à couches schisteuses très minces.

Lacune : 15 mètres (?). Il y a ici une faille qui a été observée par M. Kaisin au moment où les travaux dans le canal ont fourni un affleurement maintenant masqué par des murs. Cette faille est peu importante et met en contact les calcaires qui se trouvent en dessous des derniers calcaires à couches schisteuses très minces et la subzone à *Spiriferina* cf. *octoplicata*.

3 mètres de schistes argileux alternant avec des bancs d'un calcaire fort crinoïdique à *Zaphrentis* sp.

10 à 15 mètres de schistes argileux.

3 à 5 mètres de schistes argileux avec des bancs calcareux intercalés.

BASE : Psammites.

Je suis donc d'accord avec M. de Dorlodot au point de vue de la succession des différents gisements qu'il a établie dans sa note : *Résultats de quelques excursions faites dans le Calcaire carbonifère des environs d'Arquennes et des Écaussines en compagnie de M. Malaise.* (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., t. XI, 1897 ; *Proc.-verb.*, p. 73.)

La comparaison des gisements à *Caninia cylindrica* mut. γ [1] trouvés à Yvoir et à Feluy offre une légère différence. Comme à Yvoir, les calcaires peu crinoïdiques, riches en cherts, sont recouverts à Feluy par un petit granite, mais *Caninia cylindrica* mut. γ est signalée à Yvoir au-dessus du petit granite, c'est-à-dire du toit des calcaires à cherts, tandis qu'elle se trouve à Feluy au-dessous de ces calcaires. On pourrait donc hésiter entre les deux synchronismes suivants :

YVOIR.	FELUY.
	Petit granite.
	Calcaire à cherts.
Petit granite à *Caninia cylindrica* mut. γ	Calcaire crinoïdique alternant avec des bancs de schistes argileux à *Caninia cylindrica* mut. γ
Calcaire à cherts.	
Calcschistes (= Z_2).	

et

Petit granite à *Caninia cylindrica* mut. γ.	Petit granite.
Calcaire à cherts	Calcaire à cherts. Calcaire crinoïdique alternant, etc., à *Caninia cylindrica* mut. γ.
Calcschistes (= Z_2)	Idem partie inférieure (sans *Caninia cylindrica* mut. γ).

Le parallélisme indiqué en dernier lieu me paraît être le plus vraisemblable, car les couches qui se trouvent immédiatement au-dessous du calcaire à cherts, à Yvoir, font partie du sommet du Z_2, de sorte qu'on entre dans l'horizon γ en traversant sa limite entre les calcschistes et le calcaire à cherts, et qu'on peut supposer trouver *Caninia cylindrica* mut. γ dans le calcaire à cherts d'Yvoir. La présence de schistes au mur du calcaire à cherts de Feluy répète la transition du calcaire à cherts d'Yvoir aux calcschistes de Maredsous.

---

[1] Il s'agit plutôt d'une forme de transition entre une *Caninia cylindrica* qu'on trouve par exemple au calcaire de Landelies et mut. γ typique.

Je crois donc pouvoir conclure que l'horizon γ est représenté dans les localités en question par le calcaire à cherts et la base du petit granite (Yvoir), et par le sommet des calcaires alternant avec des schistes, le calcaire à cherts, parfois schisteux, et la base du régime « petit-graniteux ».

M. de Dorlodot cite une *Spiriferina* cf. *octoplicata* trouvée au sommet de la carrière, à l'Est de l'écluse 29, et range ces couches dans le Tournaisien inférieur (*T1b*).

En vérité, le caractère lithologique (bancs de calcaire fort crinoïdique, petit granite plutôt alternant avec des schistes) ressemble beaucoup à ce qu'on trouve à Mévergnies-Attre à la base du Tournaisien. Mais l'occurrence du *Caninia cylindrica* mut. γ prouve qu'il ne s'agit nullement du *T1b*, elle indique au contraire que ces couches appartiennent à l'horizon γ de Vaughan. Cette opinion est corroborée par l'abondance de *Syringothyris cuspidata* (= *S.* aff. *c.* mut. C. Silbly) et *Zaphrentis* aff. *cornucopiae* que je n'ai jamais trouvées au *T1b*.

Cette erreur en a entraîné une autre. Sur la planchette Braine-le-Comte—Feluy, la série épaisse des schistes avec intercalations de bancs calcareux vers le sommet et vers la base, a été considérée comme assise de Comblain-au-Pont, parce qu'on l'a trouvée au-dessous des *T1b* présumés. Mais nous avons vu que la partie supérieure de cette série correspond à la partie supérieure des couches exposées à Mévergnies-Attre et qu'elle appartient au *T1b*. Si l'on veut admettre l'existence de l'assise de Comblain-au-Pont dans la bande des Écaussines, on pourrait donner ce nom à la partie la plus inférieure des schistes où il y a deux ou trois bancs de calcaire intercalés. Mais l'épaisseur doit être très réduite en comparaison de son étendue à Hastière par exemple, parce qu'il faut réserver une partie assez considérable à l'équivalent du *T1a*. Dans les psammites, qui se trouvent immédiatement en dessous des premiers schistes, il y a deux ou trois bancs de calcaire ; on pourrait les synchroniser aussi avec l'assise de Comblain-au-Pont.

Comme j'ai synchronisé la série schisteuse à l'Est de l'écluse 30 avec la *Cleistopora zone* de Vaughan et les couches supérieures, du calcaire crinoïdique alternant avec des schistes, le calcaire schisteux à cherts et la base du petit granite avec l'horizon γ de Vaughan, je considère le reste du petit granite comme *Syringothyris zone* inférieure et les couches entre k_2 et γ comme l'équivalent de *Z* au sommet duquel je range la partie inférieure du calcaire crinoïdique alternant avec des schistes et les calcaires affleurant à l'Ouest de l'écluse 29. La partie inférieure de *Z* n'est pas visible.

Soignies.

Carriere du Hainaut.

Sommet : Calcaire argileux, noir, avec des gîtes argilo-bitumineux intercalés, passant souvent par altération à une argile noire. 12 mètres. (Face Sud-Est de la carrière, au coin sous le bâtiment des bureaux.)

Michelinia sp. *(Zaphrentis Phillipsi?)* . . . abondant.

Caninia cylindrica mut. C^2 . . . . . assez rare.

Canino cyathophyllum C^2 . . . . . assez abondant.

Productus concinno-Martini . . . . . abondant.

Spirifer cinctus . . . . . abondant vers la base.

Syringothyris cuspidata (= *S.* aff. *c.* mut. C Silbly) . . . . . commun.

Syringothyris aff. *laminosa* . . . . . rare.

Grands Euomphales.

Caninia cylindrica mut. C^2 présente des caractères intermédiaires entre *Caninia cylindrica* mut. γ, caractéristique à la base, et *Caninia cylindrica* mut. S_1, caractéristique au sommet de la zone à *Syringothyris* et *Canino cyathophyllum* C^2 nous indiquent qu'il s'agit à peu près de la partie moyenne de la zone à *Syringothyris*.

Calcaire assez crinoïdique, à gîtes argilo-bitumineux intercalés; au fur et à mesure que nous descendons dans la coupe, le calcaire devient de plus en plus crinoïdique et de moins en moins argileux, les gîtes argilo-bitumineux disparaissent et nous atteignons au bout de 18 à 20 mètres un

Base : Petit granite typique, qui renferme *Zaphrentis* aff. *Phillipsi* et quelques *Spirifer* aff. *clathratus* var., les mêmes que dans le calcaire crinoïdique alternant avec des cherts et dans le calcaire crinoïdique à cherts de l'horizon γ de Feluy.

Pour compléter les observations dans la partie inférieure et moyenne de la zone à *Syringothyris*, j'ajoute encore la description de la carrière au Sud-Ouest de la gare de Maffles.

Maffles.

Sommet : Calcaire argileux, souvent altéré, noir (3 mètres).

Calcaire assez crinoïdique, à gîtes argilo-bitumineux intercalés. Petit granite de Maffles (de Dorlodot), 20 mètres environ.

Michelinia sp. . . . . abondant partout.

Canino cyathophyllum C^2 . . . . . assez rare, sommet? partie inférieure.

Spirifer cinctus. . . . . abondant partout.

Syringothyris cuspidata = aff. *cusp.* mut C. abondant partout.

Productus concinno-Martini. . . . . abondant partout.

Productus scabriculus. . . . . rare partout.

Calcaire fort crinoïdique sans intercalations (1 à 2 mètres).

Zaphrentis sp.

Je n'hésite pas à établir la comparaison suivante :

Maffles.	Feluy.	Soignies.
Calcaire crinoïdique, argileux, souvent altéré.	Calcaire à *Spirifer cinctus*.	
		Calcaire crinoïdique avec gîtes argilo-bitumineux intercalés à *Spirifer cinctus*, *Canino cyathophyllum* C^2.
Calcaire crinoïdique à *Canino cyathophyllum* C^2.	Calcaire crinoïdique à *Canino cyathophyllum* C^2.	Calcaire crinoïdique.
Le calcaire fort crinoïdique atteint peut-être la base de cette partie ou le sommet du régime du petit granite de Soignies.	Calcaire crinoïdique.	
	Calcaire à cherts.	Petit granite à *Spirifer* aff. *clathratus* var.
	Calcaire crinoïdique alternant avec des schistes à *Spirifer* aff. *clathratus* var. et *Caninia cylindrica* mut. γ.	

Écaussines.

Carrière a l'Ouest du chemin de fer de Charleroi, la plus méridionale du groupe.

Sommet : Calcaire argileux, parfois schistoïde, très riche en cherts (5 mètres); n'étant pas altéré, il résiste à la récolte des fossiles.

Calcaire argileux, noir, bitumineux, souvent fort altéré (15 mètres).

J'ai recueilli à différents niveaux (surtout dans la partie inférieure et moyenne) :

Michelinia sp.	abondant partout.
Caninia cylindrica mut. S^1	assez rare, base et milieu.
Cyathophyllum aff. Φ	abondant, différentes mutations à la base et milieu.
Spirifer cinctus.	
Syringothyris aff. *laminosa*.	

Caninia cyl. mut. S^1 est caractéristique à la partie supérieure de la *Syringothyris zone* (1) de la *Mendip Area;* elle se trouve dans un niveau plus élevé dans la *Bristol Area* (2). On pourrait donc hésiter à synchroniser ces gisements avec la *Syringothyris zone* supérieure s'il n'y avait pas aussi en abondance des mutations de *Cyathophyllum* Φ qui montrent une prédominance de caractères plutôt caninoïdes, c'est-à-dire plus anciennes que *Cyathophyllum* Φ Typus, où les caractères cyathophyllides sont beaucoup plus prononcés (3). C'est pour ces raisons que je crois

(1) Silbly, *loc cit.* (Mendip), p. 332.
(2) Idem, p. 357.
(3) Comp. la *Description des fossiles*.

que ces couches appartiennent à un niveau inférieur de la partie supérieure de la *Syringothyris zone*.

Calcaire argileux, peu crinoïdique vers le sommet, de plus en plus crinoïdique vers la base, à gîtes argilo-bitumineux intercalés (15-20 m.). J'ai trouvé au milieu et vers la base *Caninia cylindrica* mut. C^2, la même qu'à Soignies dans la partie supérieure de la coupe décrite.

BASE : Régime d'un calcaire fort crinoïdique, peu argileux, à lits argilo-bitumineux intercalés, à *Spirifer cinctus*, etc.

Tournai.

CARRIÈRE DELWART (PONT-A-RIEUX).

Je cite seulement cette coupe, en omettant toutes les autres carrières que j'ai visitées.

SOMMET : Calcaire argileux, schistoïde, à nombreux cherts, extrêmement fossilifère (2m50).

Je cite parmi les fossiles :

Canino cyathophyllum C^4. (J'en ai trouvé surtout des exemplaires jeunes et brisés. Dans la collection du Musée, il y a des spécimens qui sont silicifiés et entourés par la même roche, de sorte que je n'ai pas de doute quant à leur provenance de ce calcaire)

Productus concinno-Martini	abondant.
Spirifer cinctus	abondant.
Syringothyris aff. *laminosa*.	abondant.
Syringothyris aff *cuspidata* mut. C.	rare.
Athyris lamellosa	abondant.
Seminula aff. *ficoidea*	abondant.

Il est incontestable que nous nous trouvons près du sommet de la *Syringothyris zone* à raison de l'occurrence de *Seminula* aff. *ficoidea* (*Seminula ficoidea* est caractéristique du Viséen intérieur) et du *Canino cyathophyllum* C^4, qui est identique au *Caninoïd Cyathophyllum* décrit par Silbly, qui se trouve en Angleterre au sommet de la *Syringothyris zone*.

Calcaire bleu, argileux, à cherts (2m5).

Calcaire bleu, argileux, sans cherts, peu crinoïdique (2 mètres).

BASE : Calcaire bleu, argileux, non crinoïdique, sans cherts, à la base duquel une partie altérée se trouve, qui contient :

Cyathophyllum aff. Φ (= *C.* Φ des Écaussines).	abondant.
Rhipidomella Michelini	abondant.
Spirifer cinctus	assez rare.
Syringothyris aff. *cuspidata* mut. C.	assez rare.
Syringothyris aff. *laminosa*	abondant

Camarophoria aff. *isorhyncha* Silbly et nombreux autres fossiles.

C'est l'horizon d'où proviennent la plupart des fossiles publiés par de Koninck et qui est du même âge que les couches altérées dans la coupe des Écaussines.

Il y a parmi les *Cyathophyllum* aff. Φ quelques spécimens qui sont plus rapprochés du type que la plupart de ceux des Écaussines. Je n'hésite pas à synchroniser également les couches à cherts avec celles des Écaussines.

Quant à ces couches, on les a considérées comme faisant partie du *V1a*; mais il faut les ranger encore dans le Tournaisien pour les raisons suivantes :

1° Les couches du même âge sont considérées en Angleterre comme Tournaisien (ou mieux comme Clevedonian);

2° Les relations des faunes du calcaire argileux sont trop intimes (presque tous les fossiles trouvés dans ce calcaire se retrouvent aussi dans le calcaire à cherts, et ce sont toujours les espèces les plus abondantes et les plus caractéristiques);

3° De Koninck s'est servi, pour établir sa faune tournaisienne, de beaucoup de fossiles de ces couches supérieures.

Conclusions.

La faune du Waulsortien provient de Pauquys, Dréhance et Furfooz, où les couches les plus supérieures du Waulsortien affleurent. Il y a d'excellentes collections de ces localités au Musée royal d'Histoire naturelle. On y remarque (et je les ai trouvés aussi) :

Cyathophyllum Φ (types) et les premiers *dibunophylla*.
Syringothyris cuspidata (= *S.* aff. *cusp.* mut. C.).
Spirifer attenuatus.
Apheleceras mutabile.
Glyphioceras truncatum et nombreux autres fossiles.

Syringothyris cuspidata prouve que ces couches appartiennent à la *Syringothyris zone*, sans indiquer exactement le niveau. *Cyathophyllum* Φ Typus nous les fait ranger au sommet de cette zone. Les caractères du *Cyathophyllum* Φ sont purement cyathophylloïdes, de sorte que je considère ces couches comme moins anciennes que les calcaires argileux souvent altérés de Tournai et des Écaussines avec leurs *Cyathophyllum* aff. Φ. Je suis donc d'avis que la faune waulsor-

tienne est, sinon du même âge, du moins à peine plus jeune que la faune renfermée dans les calcaires à cherts à Tournai et aux Écaussines. Elle atteint le sommet du Tournaisien ou la base du Viséen. Quoi qu'il en soit, il est sûr qu'il n'y a pas une faune tournaisienne et une faune waulsortienne voulues par M. Dupont et établies par de Koninck et entièrement distinctes l'une de l'autre.

L'accord paléontologique entre la faune waulsortienne et la faune des *Cephalopode beds* de Saint-Doulaghs près de Dublin, est frappant. Ils contiennent *Syringothyris cuspidata*, *Apheleceras mutabile*, *Glyphioceras truncatum* et des *Amplexus* qu'on trouve aussi en abondance à Pauquys, etc. M. Douglas, d'Oxford, m'a renseigné que les *Cephalopode beds* de Saint-Doulaghs appartiennent à la *Syringothyris zone*.

Les calcaires violacés à cherts noirs de la vallée de la Meuse et à cherts blonds ne sont pas fossilifères, mais ils reposent sur le petit granite (d'Yvoir) qui forme la base et le mur de la zone à *Syringothyris*, et ils sont recouverts par le marbre noir, qui recouvre aussi les récifs de Waulsort, de sorte qu'il n'y a pas de difficulté à synchroniser les calcaires violacés avec la zone à *Syringothyris* (C^2, C^3, C^4). Au sommet de cette suite, il y a du calcaire violacé alternant avec des bancs de marbre noir. Je range ces couches au sommet du *C*.

La faune de Paire appartient au sommet de la zone à *Syringothyris*.

Nous synchronisons : 1° la base du petit granite d'Yvoir et le calcaire d'Yvoir; 2° la base du Waulsortien, et 3° la base du petit granite, le calcaire à cherts et le calcaire alternant avec des schistes de la bande des Écaussines, et nous les rangeons dans l'horizon γ de Vaughan.

Le développement du Tournaisien inférieur de la vallée de la Meuse et du Hainaut est différent. Au lieu du calcaire d'Hastière, il y a une série puissante de schistes, et les schistes à *Spiriferina* cf. *octoplicata* sont remplacés par des schistes alternant avec des bancs d'un calcaire crinoïdique.

Vaughan n'était pas certain de la parallélisation exacte de ses horizons avec ceux de la Belgique ; c'est pourquoi il n'osait pas introduire les deux subdivisions du Carbonifèrien inférieur (Avonian) qui sont en vogue en Belgique (Tournaisien et Viséen). Il a proposé de remplacer ces deux termes par le Clevedonian et le Kidwellian avant qu'on sût que la limite du Tournaisien et du Viséen se trouvait au même niveau que la sienne entre le Clevedonian et le Kidwellian. Comme nous avons vu que ces deux limites occupent le même niveau, nous pouvons supprimer les deux nouveaux termes de Vaughan.

Comparaison des horizons et zones de la Belgique et de l'Angleterre.

C = Zone à *Syringothyris* aff. *laminosa* = *Lower Caninia zone* (*Syringothyris zone*).

Caractères lithologiques.

		BELGIQUE. Meuse.	BELGIQUE. Hainaut.	ANGLETERRE.
C^4	Dolomie waulsortienne.	Marbre noir et calc viol. alternant.	Marbre noir? Calc. schist. à cherts.	Schistes avec des bancs épais de dolomie et des bancs oolithiques accessoires.
C^3	Dolomie waulsortienne.	Calc. violacé à cherts noirs, blonds.	Calc. arg. à lits arg.-bitum., souv. alt.	Gros bancs oolithiques (*Caninia oolithe*).
C^2	Dolomie waulsortienne.	Calc. violacé à cherts noirs, blonds.	Calc crinoïd. à lits arg.-bitumineux.	Calcaire crinoïdique parfois dolomitique (*Laminose dolomites*).
C^1	Dolomie waulsortienne.	Petit granite.	Petit granite.	

Caractères paléontologiques.

Polypiers :

Caninia cylindrica γ à la base. (Horizon γ) (comp. Horiz. γ).

Caninia cylindrica mut. S^1 au sommet (C^3) et mut. C^2 à l'horizon C^2.

Caninio cyathophylla, mutations différentes, surtout mut. C^2 au C^2 (mut. C^2 var.? au C^1) et mut. C^4 au sommet (= *Can. cyathoph.* Silbly, *loc. cit.*, pl. 31, fig. 3).

Cyathophyllum aff. Φ abondant dans la partie supérieure.

Brachiopodes :

Syringothyris aff. *cuspidata* mut. C partout, parfois assez abondante.

Syringothyris aff. *laminosa* partout, assez rare, abondante seulement au C^3

Spirifer cinctus abondant au milieu.

Spirifer tornacensis au sommet.

Productus aff. *cora* commence au C^3, *Seminula ficoïdes* également grands *Evomphales* au milieu C^2.

Polypiers :

Michelinia megastoma.

Caninia cylindrica mut. γ à la base, mut. S^1 au sommet.

Cyathophyllum Φ partie moyenne et supérieure, maximum au sommet.

Canino cyatophyllum

Brachiopodes :

Syringothyris cuspidata (parfois dans la *Bristol Area*).

Syringothyris cuspidata et *Syringothyris* aff *laminosa* (la zone est caractérisée (*Mendip Area*) par la prédominance de ces fossiles).

Syringothyris aff. *laminosa* jamais abondante, mais toujours présente très caractéristique à la zone (*Bristol Area*).

Productus cora devient plus abondant et *Seminula ficoïdes* apparaît pour la première fois au sommet.

Abondance de grands *Evomphales* et *Bellerophon* dans certains horizons, surtout dans la partie supérieure.

Je propose de diviser la zone à *Syringothyris* en quatre parties, dont la partie supérieure est caractérisée par *Cyathophyllum* Φ *Typus* et *Canino Cyathophyllum* C^4, la partie C^3 par *Cyathophyllum* aff. Φ, la partie C^2 par *Canino cyathophyllum* C^2. Je n'ai pas trouvé assez de fossiles dans la partie inférieure (C^1) pour pouvoir indiquer des fossiles caractéristiques. Il faudra un travail plus détaillé pour expliquer la *faunal sequence* et les différences de ces subhorizons du Carboniférien.

γ = Horizon γ.

Caractères lithologiques.

BELGIQUE.		ANGLETERRE.
MEUSE.	HAINAUT.	
Dolomie. Petit granite (base). Calcaire à cherts	Petit granite (base). Calcaire à cherts. Calc. crinoïdique alternant avec les schistes (partie supér.).	Calcaire crinoïdique.

Caractères paléontologiques.

Caninia cylindrica mut. γ.
Syringothyris cuspidata.
Spirifer aff. *clathratus* mut.

Le fait le plus remarquable est l'abondance extrême de *Caninia cylindrica* mut. γ.

Z = *Zaphrentis zone, zone of Zaphrentis* aff. *Phillipsi.*

Z_2 = *Subzone of Zaphrentis* aff. *cornucopiae.*

Caractères lithologiques.

MEUSE.	HAINAUT.	
Calcschistes de Maredsous.	Calcaire alternant avec de minces couches de schistes.	Calcaires massifs, parfois très crinoïdiques (black rok).

Caractères paléontologiques.

Zaphrentis aff. *Phillipsi* abondante.
Zaphrentis aff. *cornucopiae* assez rare.
Spirifer aff. *clathratus,* abondant au milieu, se trouve de moins en moins nombreux à mesure qu'on monte dans la série et est remplacé par
Syringothyris cuspidata = (S. aff *c.* mut. C) abondante au sommet.
Syringothyris aff. *cuspidata* mut. Z (semblable à K) se trouve au milieu de la série.
Schizophoria resupinata est abondante.

Le fait le plus important est la grande abondance de *Zaphrentis* aff. *Phillipsi* et aff. *cornucopiae,* qui ont leur maximum dans la partie supérieure.
Spirifer aff. *clathratus* et var. se trouve (aussi) dans cette subzone, quoique le nombre des exemplaires soit diminué.
Syringothyris cuspidata = (S. aff. *cusp.* mut. C) fait sa première apparition.

La zone Z_1 n'est pas fossilifère où je l'ai vue. J'y range le calcaire de Landelies parce qu'elle repose immédiatement sur la zone à *Spiriferina* cf. *octoplicata*, qui est certainement du même âge que la subzone à *Spiriferina* cf. Φ *octoplicata* en Angleterre.

K = Zone of *Cleistopora* aff. *geometrica* (*Cleistopora zone*) including *Modiola* phase M.

BELGIQUE.	ANGLETERRE.
Caractères lithologiques.	
Sommet. — Schistes argileux alternant avec du calcaire crinoïdique *T1b*	Schistes alternant avec calcaire.
Milieu. — Schistes argileux . . *T1a*	Gros schistes (partie moyenne).
Base. — Schistes argileux avec quelques bancs de calcaire. (Bande des Ecaussines.)	Schistes avec du calcaire accessoire (base).
Schistes à *Spiriferina octoplicata*. *T1b*	
Calcaire de Hastière. (Bassin de Dinant). *T1a*	
Caractères paléontologiques.	
POLYPIERS :	POLYPIERS :
Zaphrentis sp.	
BRACHIOPODES :	BRACHIOPODES :
Athyris Royssii partout.	*Athyris Royssii* partout.
Reticularia sp.	*Reticularia* sp. partout.
Spirifer aff. *clathratus* var., abondant dans la partie supérieure.	*Spirifer* aff. *clathratus* et var., abondance croissante vers le sommet.
Syringothyris aff. *cuspidata*, mut. K., sommet rare.	*Syringothyris* aff. *cuspidata*, mut. K., partout.
Camarotoechia mitcheldeanensis, partie moyenne et supérieure.	*Camarotoechia mitcheldeanensis* partout.
Spiriferina cf. *octoplicata*, borné à la partie supérieure.	*Spiriferina* cf. *octoplicata*, borné à la partie supérieure.
(J'ai distingué jusqu'à présent avec sûreté la zone à *Spiriferina* cf. *octoplicata*. Les fossiles sont très rares dans les parties inférieures.)	

Discussion.

Les équivalents des *T1a*, *T1b*, *T1c*, *T1d* établis dans la vallée de la Meuse ont été reconnus généralement assez bien sauf (dans la planchette Braine-le-Comte-Feluy), dans les différentes contrées de la Belgique,

mais on n'était arrivé qu'à une parallélisation très vague et erronée du Tournaisien supérieur.

M. Mourlon a exposé son opinion quant à l'âge des différents gîtes qu'on trouve sur les feuilles Hertain-Tournai et Antoing-Leuze dans un mémoire intitulé : *Le calcaire carbonifère et les dépôts postprimaires qui le recouvrent dans la vallée de l'Escaut entre Tournai et Antoing* (1). Il publie la coupe de la carrière Delwart (planchette de Tournai, 1) dont j'ai parlé aux pages précédentes.

Viséen :

		Mètres.
V1a?	Calcaire carbonifère à crinoïdes fossilifères formant des moellons à bâtir . . . . . 2 à	4.00
T2b.	Pierre à chaux de médiocre qualité. *Spirifer tornacensis*, etc.	1.00
T2a.	Calcaire bleu à crinoïdes avec cherts disséminés et en rangées	2.40
T1c.	Pierre à chaux (calcschiste de Tournai)	27 00

Premièrement les 27 mètres de *T1c* sont les gisements à la base desquels il y a une partie altérée qui contient la faune « tournaisienne » et qui sont d'un âge beaucoup plus jeune. Ils font partie, comme je l'ai prouvé, du Tournaisien supérieur et sont situés près du sommet du Tournaisien ; ils ne sont point homologues aux calcschistes de Maredsous (*T1c*), comme M. Dupont l'avait cru. Secondement, tout le Tournaisien supérieur est représenté par 5m60 de calcaire, tandis qu'il a une épaisseur de 60 à 80 mètres dans le reste de la bande des Écaussines. Nous avons déjà vu que ces couches forment le sommet du Tournaisien, le C^4.

M. Mourlon publie aussi la coupe de la carrière de Crèvecœur (Antoing) (p. 95), où il considère comme Viséen les couches à cherts noirs visibles au sommet de la carrière, qui sont du même âge que son *T2a* de la carrière Delwart et qui ne sont pas à synchroniser avec les 4 mètres de calcaire carbonifère à crinoïdes, etc. M. Mourlon a probablement raison de considérer ces dernières comme Viséen.

Sur la feuille Braine-le-Comte-Feluy (2), M. Malaise a mis dans le Viséen le « calcaire noir schistoïde avec schistes, cherts noirs ». On voit sur la planchette, à la carrière décrite qu'il attribue à cet horizon, les calcaires argileux, souvent altérés (et schistoïdes alors), et les calcaires à cherts que nous avons pu synchroniser avec les couches à faune tournaisienne typique de la carrière Delwart. C'est ainsi qu'il a descendu

(1) *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XXII, 1908, Procès-verbaux, pp 89-105.
(2) Comparer : Coupe des Écaussines.

la limite entre le Viséen et le Tournaisien jusqu'au sommet du C^2 — un pas en arrière en comparaison avec le levé de la planchette de Tournai.

Sur la feuille Lens-Soignies, on a descendu la limite du Tournaisien et du Viséen encore plus bas, jusqu'au sommet du C^1! M. Velge, qui a levé la carte, considère comme Viséen les couches altérées du sommet de la Carrière du Hainaut, à Soignies, qui contiennent *Canino cyathophyllum* C^2 et *Caninia cylindrica* mut. C^2.

M. de Dorlodot a eu raison de faire imprimer une note sur la carte de Blicquy-Ath. C'est uniquement pour se conformer à la légende officielle que les auteurs rangent dans le Viséen l'assise notée *V1a* (calcaire dolomitique très riche en cherts), qui d'après eux appartient encore au moins en majeure partie au Tournaisien supérieur, comme le prouve sa faune.

Il est encore à remarquer qu'il est étrange qu'on ne trouve pas dans la légende des cartes citées du *T2c*, c'est-à-dire les équivalents des calcaires violacés de la vallée de la Meuse. La raison en paraît être qu'on a trouvé dans la bande des Écaussines un calcaire fort crinoïdique, et que ce caractère lithologique suffisait à la Commission de la Carte pour désigner par ce terme des couches semblables au point de vue lithologique, mais qui ne sont pas entièrement du même âge; car nous avons vu que c'est seulement la partie inférieure du petit granite qui est homologue au petit granite d'Yvoir. La deuxième raison de l'absence du *T2c* dans la légende des cartes de la bande des Écaussines semble être que l'on a pris pour Viséen le calcaire argileux schistoïde à cherts qu'on rencontre à Tournai et d'où proviennent en partie les fossiles qui ont servi à De Koninck pour établir sa faune tournaisienne. En résumé, on a pris de l'étage *T2c* la partie inférieure et on l'a attribuée au *T2b*, puis on en a rattaché la partie supérieure au Viséen. C'est ainsi que le *T2c* a disparu de la légende.

Zaphrentis sp.

Les traits caractéristiques de cette forme sont : la grande *fossula* qui s'étend jusqu'au milieu d'une section horizontale, la longueur de l'*antiseptum* et la position bilatérale des deux côtés de l'*antiseptum*.

La forme est très voisine de *Zaphrentis* aff. *Phillipsi*. Elle en diffère par le long *antiseptum* de *Z.* aff. *Ph.* et par sa petite taille.

Localité : Mévergnies-Attre, zone à *Spiriferina* cf. *octoplicata* moyenne; Feluy (écluse 30), au même horizon.

Caninia cylindrica Scouler.

Comp. A. Vaughan, *On the Paleontological Sequence in the Bristol Area.* (Quart Journ., vol. LXI, 1905, p. 272. pl. XXIII, fig. 1, 1 *a*.)

Les caractères de *Caninia cylindrica* ont été décrits suffisamment par Vaughan.

1° Mut. γ, pl. II, fig. 1.

Accord complet avec la *Caninia cylindrica* mut. γ décrite et figurée par Vaughan. Les *septa* primaires sont seuls distincts (50-60). Les *septa* secondaires ne traversent guère l'*inner wall*. Dans la zone extérieure, les *septa* sont très faibles et sont représentés dans une coupe horizontale par des projections courtes, basées sur la partie convexe des vésicules. Les vésicules voisines de l'épithèque sont très larges. La *fossula* est prononcée, mais très profonde; les *septa* qui entourent la *fossula* sont épaissis au point où ils touchent la *tabula*; ils s'amincissent vers le haut et ne sont pas plus épais que ceux du demi-cercle opposé à la *fossula*. Les *tabulae* sont larges.

Localité : Base du petit granite à Yvoir.

Sommet du calcaire crinoïdique alternant avec des schistes, variation? (Carrière à l'Est de l'écluse 29, à Feluy.)

2° Mut. S^1.

Cette mutation est distinguée de la mutation γ par l'épaississement de tous les *septa* et par leur développement plus fort, de sorte qu'ils traversent le *vesicular wall* sans être interrompus. Les vésicules de la zone vésiculaire sont plus nombreuses et plus petites que chez mut. γ et la zone vésiculaire est plus large.

Localité : Écaussines C^5 moyen.

3° Mut. C^2.

Cette mutation offre un stade intermédiaire entre *Caninia cylindrica* mut. γ et mut. S^1. Elle est caractérisée par l'épaississement de tous les *septa* et d'une zone vésiculaire plus large que chez mut. γ (comp. mut. S^1); mais les *septa* sont faibles et bas dans la zone vésiculaire et sont représentés par des projections courtes sur la partie convexe des vésicules. Les vésicules sont larges le long du *outer wall* (comp. mut. γ).

Localité : Soignies (C^2), Écaussines (C^2).

Canino-cyathophylla.

Caninoïd Cyatophyllum, SILBLY : *On the carbon. limestone of the Mendip Area.* (QUART. JOURN., vol. LXII, 1906, p. 367, pl. XXXI, fig 1.)

Les caractères généraux des *Canino-cyathophylla* ont été décrits par Silbly.

Mutation C^4.

Une coupe horizontale faite immédiatement au-dessous du calice présente les caractères suivants : Les *septa* primaires, très nombreux (60), ne sont pas épaissis des deux côtés de la *fossula* et s'étendent presque au milieu des *tabulae*. La zone vésiculaire est large, elle occupe la moitié du rayon. Le *inner wall* est entièrement circulaire et la *fossula* faible n'envahit presque pas la zone vésiculaire. (*Caractères cyathophyllides.*) Les vésicules intérieures de la *vesicular area* sont petites, mais elles s'élargissent irrégulièrement vers l'extérieur, de sorte que le bord extérieur est occupé par des vésicules très larges. Les *septa* ne sont pas interrompus dans la partie de cette *area* où les vésicules sont petites, mais ils forment seulement des projections basées sur le côté convexe de vésicules larges. (*Caractères caninoïdes.*)

Tant que les coupes horizontales sont éloignées du calice, les caractères caninoïdes prévalent, et au milieu de l'individu nous rencontrons les caractères de *Caninia cylindrica* mut. γ (comp. la description de *Caninia cylindrica* mut. γ).

Nous descendons vers le commencement du polypier et nous trouvons que la zone vésiculaire disparaît peu à peu, et près de la pointe nous apercevons les caractères de la *Zaphrentis* des schistes à *Spirifer-rina* cf. *octoplicata*.

C'est ainsi que nous observons que le développement phylogénique est répété par le développement ontogénique de l'individu.

Localité : Tournai, Pont-à-Rieux (carrière Delwart). Horizon C^4.

Mutation C^2, pl. II, fig. 4.

Stade intermédiaire entre *Caninia cylindrica* mut. γ et *Canina cyathophyllum* C^4.

Les *septa* (45) sont épais des deux côtés de la *fossula*, qui envahit la zone vésiculaire étroite, à larges vésicules le long du *outer wall*. Les *septa*, faibles dans la zone vésiculaire, ne forment que des projections dans la zone des vésicules larges et se prolongent vers le milieu des *tabulae*.

Cyathophyllum aff. Φ.

Comp. *Cyatophyllum* φ VAUGHAN, *Bristol Area* (QUART. JOURN., vol. LXI, 1905, p. 274, pl. XXIII, fig. 3 et 3 *b*.)

Je n'ai pas trouvé de forme entièrement identique au *C.* Φ.

Type *C.* aff. Φ, pl. II, fig. 7.

Les *septa* sont nombreux (50-65) (*septa* primaires); la zone vésiculaire est très large et occupe les deux tiers du diamètre, les vésicules sont petites et très nombreuses, surtout auprès du *inner wall*. Les *septa* primaires traversent toute la zone vésiculaire, excepté sa partie extérieure qui est composée de vésicules peu larges (ce qui rappelle *Caninia*), et s'étendent à peu près jusqu'au milieu des *tabulae*. Les *septa* secondaires ne s'élèvent guère du *inner wall* et forment parfois des projections basées sur les parties connexes des vésicules dans la zone des vésicules larges.

Une *tabula* s'étend rarement à travers l'*area* interne. la majorité forment de larges vésicules dont les coupes forment de nombreux *dissepiments* dans une section horizontale, mais qui ne sont pas si nombreux que chez *Cyathophyllum* Φ Typus. Les *septa* du demi-cercle, au milieu duquel la *fossula* se trouve, ne sont presque pas épaissis.

Localité : Tournai (carrière Delwart), Pont-à-Rieux. Horizon C^5.

Cyathophyllum aff. Φ, var., pl. II, fig. 6.

Les *tabulae* sont caninoïdes (traversent toute l'*internal area*). La zone vésiculaire est moins large et les *septa* sont moins nombreux (55-60) que chez la forme précédente. Les *septa* secondaires n'atteignent pas l'*inner wall*. La *fossula* est assez prononcée. La ressemblance entre notre forme et *Caninia cyathophyllum* C^2 est considérable. La différence consiste dans le nombre moindre des *septa* et la densité moins forte des vésicules chez *Caninia cyathophyllum* C^2.

Localité : Tournai, Pont-à-Rieux (carrière Delwart). Horizon C^5. Écaussines (carrière décrite). Horizon C^5, base-milieu.

Cyathophyllum aff. Φ jeune, pl. II, fig. 5.

La *fossula* est peu prononcée, la zone vésiculaire est assez étroite. Les *septa* primaires ne sont pas nombreux (45-50) relativement, ils s'étendent jusqu'au milieu des *tabulae* caninoïdes. Les *septa* secondaires

traversent la zone vésiculaire et l'*inner wall* et entrent un peu dans la zone intérieure. Ressemblance superficielle avec *Cyathophyllum* Θ Vaughan. (*Bristol Area*, pl. 23, fig. 2.)

Localité : Écaussines (carrière décrite). Horizon C^3 moyen.

Syringothyris aff. **cuspidata** mut. C^{2-4}.

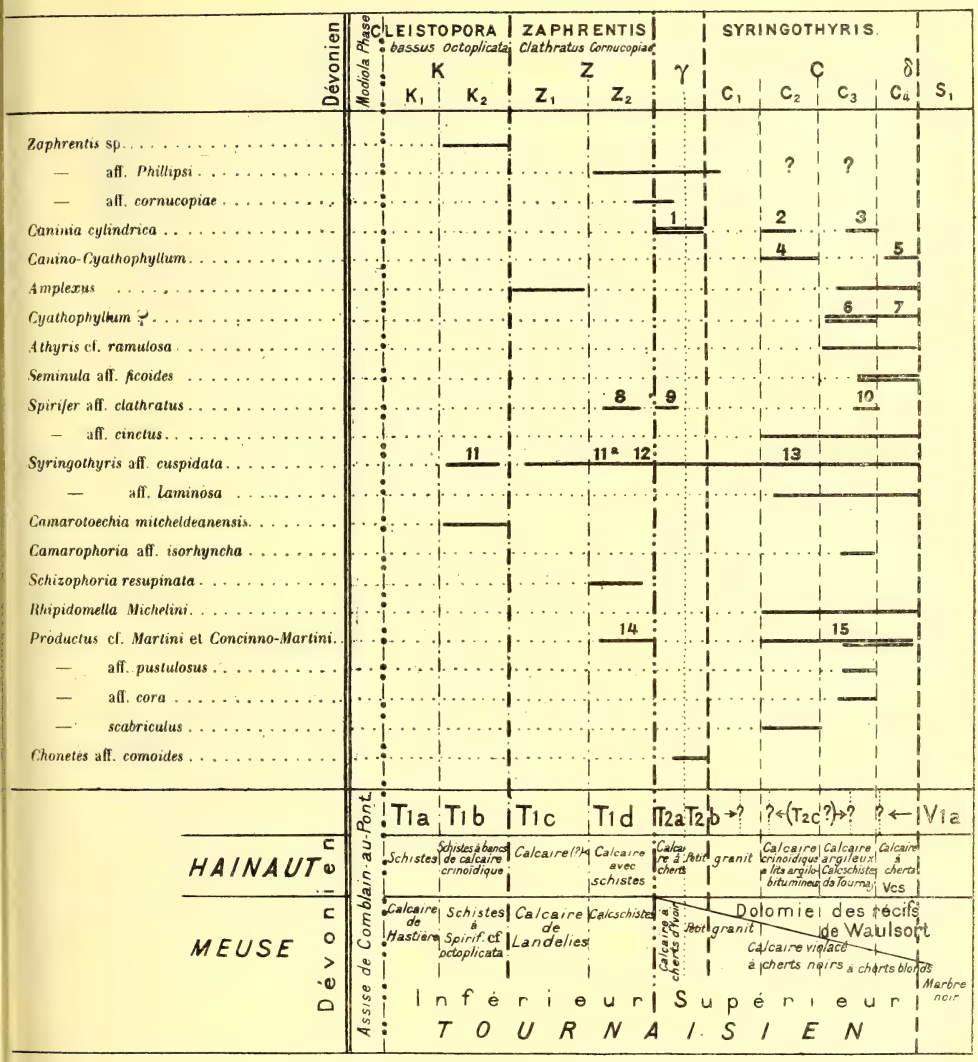
Comp. VAUGHAN ... *Bristol Area*. (QUART. JOURN., 1905.)

Cette mutation est caractérisée et distincte des autres par son crochet recourbé.

Camarophoria aff. **isorhyncha**.

Comp. SILBLY ... *Mendip Area*. (QUART. JOURN., vol. LXII, 1906, p. 376, pl. XXXII, fig. 5 *a-c*.)

J'hésite à identifier notre forme avec *Camarophoria isorhyncha* de Silbly, parce qu'elle n'a que trois plis de chaque côté du sinus. Il s'agit peut-être seulement d'une mutation.



Legende des subdivisions.

- — — — — — Limite des horizons principaux de Vaughan.
- — — — — — Limite des horizons secondaires de Vaughan.
- ..... Limite des horizons principaux des géologues belges.
- ..... Limite des horizons secondaires des géologues belges
- —·—·—·— Limite des horizons communs.

1. Mut. γ. — 2. Mut. C^2. — 3. Mut. S^1. — 4 Mut. C^2. — 5. Mut. C^4. — 6. Mut. C^3 — 7. Typus. — 8. Var. avec des oreilles pointues. — 9. Var. avec des oreilles arrondies. — 10 *Spirifer tornacensis* — 11. Mut. K^2. — 11a. Mut. Z. — 12. Mut. C. — 13. Mut. C^{2-4}. — 14. Cf. *Martini*. — 15. *Concinno-Martini*

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

1. *Caninia cylindrica* mut. γ.

Partie inférieure du petit granite à Yvoir (carrière derrière la gare). Horizon : γ.

2. *Caninia cylindrica* mut. S_1.

Partie moyenne des calcaires argileux de la carrière décrite des Écaussines. Horizon : C^3 moyen.

3. *Caninia cylindrica* mut. C^2.

Partie inférieure du calcaire crinoïdique avec des gîtes argilo-bitumineux intercalés, du coin Sud-Ouest de la Carrière du Hainaut, à Soignies. Horizon : C^2 inférieur.

4. *Canino cyathophyllum* C^2.

Partie moyenne ou inférieure du calcaire crinoïdique avec des gîtes argilo-bitumineux intercalés, 7 mètres au-dessus du fond de la carrière décrite des Écaussines. Horizon : C^2.

5. *Cyathophyllum* aff. φ.

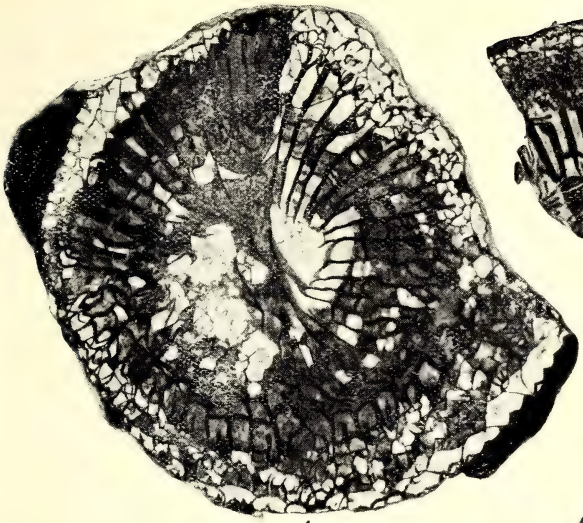
Exemplaire jeune des calcaires argileux de la carrière décrite des Écaussines Horizon : C^3 moyen.

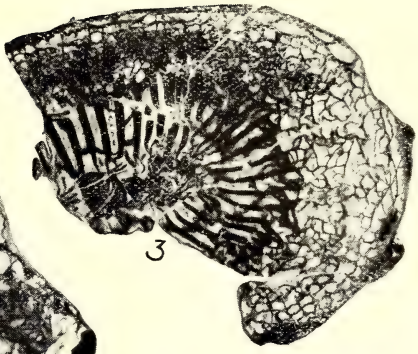
6. *Cyathophyllum* aff. φ.

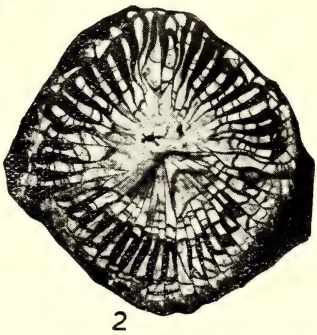
Même provenance que le précédent, stade adulte.

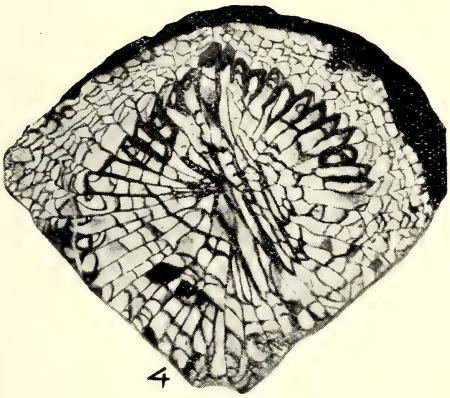
7. *Cyathophyllum* aff. φ.

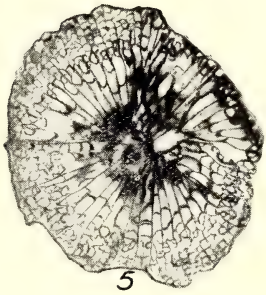
Exemplaire très rapproché du *Cyathophyllum* φ. Type Tournai, carrière Delwart (Pont-à-Rieux). Horizon : C^3 moyen supérieur.


1

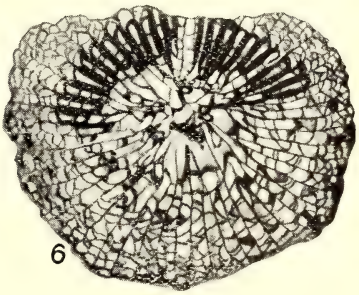

3


2


4


5

7


6

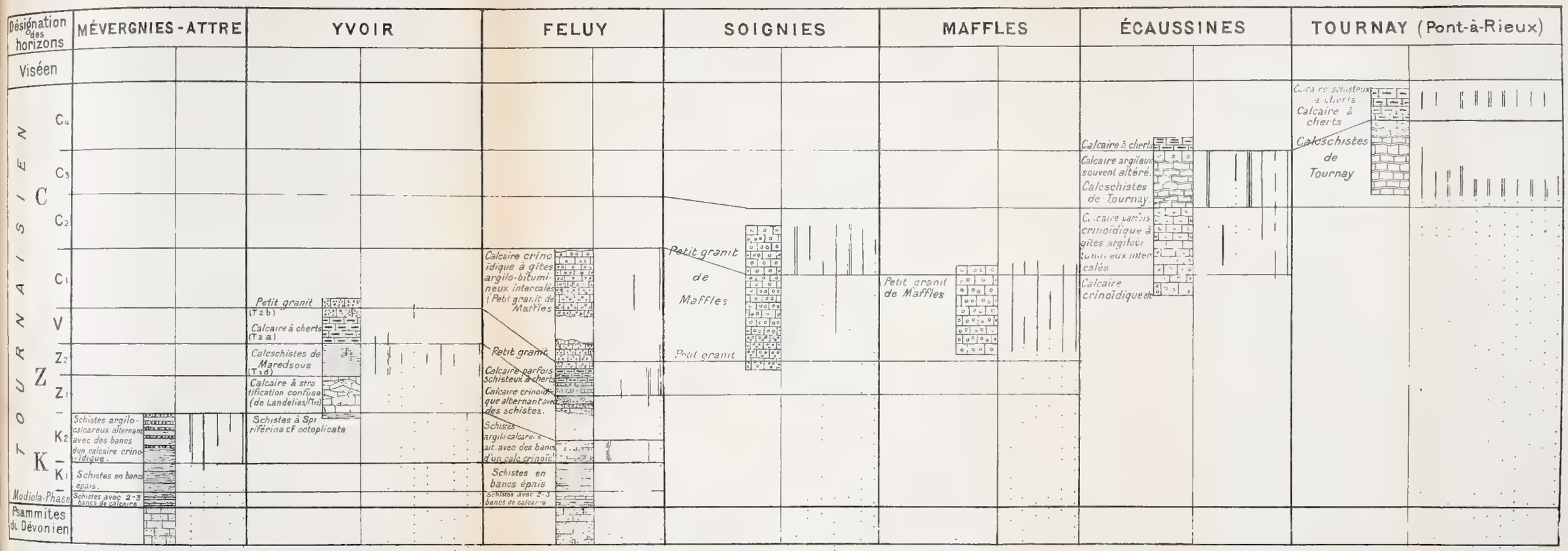
chelle de 1mm par m

Désig ho	LES	ÉCAUSSIN	
Vi			
TOURNAISIEN		Calcaire à cherts Calcaire argileux souvent altéré. Calcschistes de Tournay. Calcaire parfois crinoïdique à gîtes argilobitumineux intercalés. Calcaire crinoïdique etc.	
Mod			
Psan du D			

Michelinia sp.
Canino-Cyathophyllum C_2
Productus concinno-Martini
" scabriculus
Spirifer cinctus
Syringothyris aff. cuspidata mut. C.

Michelinia sp

TABLEAU DE COMPARAISON DES COUPES DÉCRITES (Échelle de 1mm par mètre)



ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

DES

PUITS ARTÉSIENS DE LA VILLE DE MALINES

ET DE SES ENVIRONS (1)

PAR

F. HALET

Ingénieur attaché au Service géologique,
Membre collaborateur de la Carte géologique de Belgique.

Il y a quelques années, nous avons publié la coupe du puits artésien de la caserne d'artillerie, à Malines (2). Depuis cette époque, plusieurs puits profonds ont été exécutés dans la ville de Malines et ses environs, et nous avons pu, grâce à l'étude des échantillons provenant de ces puits, connaître l'allure exacte et définitive des terrains sous cette localité, ainsi que le débit et la qualité des diverses nappes aquifères qui s'y trouvent.

Dans ce nouveau travail, nous allons examiner en détail successivement les points suivants :

I. La géologie du sous-sol de Malines ;
II. Le débit et la qualité des nappes aquifères;
III. Le creusement des puits.

I. — Géologie du sous-sol de Malines

Dans la ville de Malines, une cinquantaine de puits artésiens ont été forés, à notre connaissance ; la plupart de ces puits ont été construits par des sondeurs qui ne s'occupaient guère de recueillir des

---

(1) Mémoire présenté à la séance de mars 1910.

(2) F. Halet, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XX, 1906, Mém., pp. 61-69.

échantillons, et l'on peut dire que jusqu'à ces dernières années, personne ne connaissait très exactement l'allure et la nature des terrains depuis la surface du sol jusqu'à la profondeur de 50 mètres.

Plusieurs auteurs, notamment le baron van Ertborn, MM. Vincent, Rutot et van den Broeck, ont décrit la coupe du sondage, d'une profondeur de 130 mètres, creusé en 1878 à la brasserie de la Dyle, mais les échantillons jusqu'à la profondeur de 52 mètres n'ayant pas été conservés, ces coupes, comme on le verra plus loin, ne donnaient qu'une idée approximative des terrains rencontrés.

En 1901, M. Rutot a publié une note intitulée : *Le nouveau puits artésien de l'arsenal de Malines* (1). L'auteur, dans cette note, fait ressortir que pour ce qui concerne les terrains supérieurs, il lui est impossible de tirer aucun parti des renseignements écrits ou en nature fournis pour les premiers $48^{m}70$.

Tout ce que l'on peut retirer des mauvais échantillons provenant de ce puits, c'est que le terrain crétacé aurait été rencontré à Malines à la profondeur de 220 mètres et n'aurait qu'une épaisseur de $4^{m}50$; le terrain primaire aurait été rencontré à $224^{m}50$.

Des résultats basés sur des renseignements et des échantillons absolument mauvais ne permettent pas d'être fixé sur la nature du sous-sol de la ville de Malines au delà de 130 mètres de profondeur, et nous pensons qu'il faut attendre un nouveau sondage pour être définitivement fixé sur la profondeur réelle du Crétacé et du Primaire à Malines.

Nous avons été trop de fois induits en erreur par les agissements et les dires de certains sondeurs; aussi, à défaut d'une série complète d'échantillons prélevés au moins de mètre en mètre, ce qui permet de déceler rapidement une erreur dans le prélèvement des échantillons, nous aimons mieux nous abstenir de publier des documents qui ne peuvent qu'induire en erreur et nous estimons que, dans l'intérêt de la science, il vaut mieux aucun renseignement que de faux renseignements.

Heureusement, dans les dernières années, une série de puits nouveaux ont été construits à Malines, et le Service géologique ayant été prévenu du commencement des travaux d'un certain nombre de ceux-ci, nous avons pu prendre toutes les dispositions pour que les échantillons soient recueillis et conservés méthodiquement.

---

(1) A. Rutot, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XV, 1901, Proc.-verb., pp. 97-107.

Nous croyons bon de rappeler ici que, depuis environ sept ans déjà, M. Mourlon, directeur du Service géologique, a pris l'initiative de faire suivre tous les travaux de puits et de sondages qui s'effectuent en Belgique par des agents spéciaux, qui ont pour mission de s'aboucher avec le chef sondeur et de faire son instruction au point de vue de la prise méthodique et exacte des échantillons. C'est en grande partie grâce à ce système que nous pouvons réunir en ce moment au Service géologique la coupe exacte du plus grand nombre des sondages et puits qui s'exécutent en Belgique.

Comme on le verra dans la série des sondages que nous publions dans ce travail, il y en a deux qui ont été exécutés pour le compte de l'administration du génie militaire, notamment à la caserne d'artillerie et à l'hôpital militaire de Malines. Ces deux sondages, qui nous ont été renseignés par le major du génie Trocmez, et forés sous sa direction, ont donné les résultats les plus sûrs et les meilleurs, tant au point de vue du nombre que de la qualité des échantillons recueillis. Nous aimons à profiter de l'occasion pour le remercier de nouveau bien vivement de l'empressement qu'il a toujours mis à nous aider dans notre travail d'échantillonnage ainsi que pour les nombreux et intéressants documents qu'il a bien voulu nous communiquer concernant l'hydrologie des couches du sous-sol de la ville de Malines.

Puits artésiens et sondages.

A notre connaissance, huit puits de plus de 100 mètres de profondeur ont été construits à Malines et dans ses environs immédiats. Ces puits sont, dans l'ordre des dates :

Le puits de la brasserie de la Dyle, le puits de la brasserie Van Diepenbeek, le puits de l'Arsenal, le puits de la caserne d'artillerie, le puits de l'hôpital militaire, le puits de la fabrique de conserves « Le Lion », le puits de la blanchisserie Opdebeek, le puits du château de M. Empain, à Battel.

Nous avons en outre pu obtenir la coupe d'un certain nombre d'autres puits d'environ 50 mètres de profondeur et la coupe géologique d'une série de sondages exécutés le long du chemin de fer de Malines à Anvers par les soins de l'Administration des Chemins de fer.

Avant d'entreprendre l'examen détaillé des différents terrains du sous-sol de la ville de Malines, nous allons donner en détail la coupe

géologique de chacun des puits au sujet desquels nous avons pu obtenir quelques renseignements précis.

Nous avons cru utile de mentionner, pour chacun de ces puits, le cas échéant, le débit en eau, le niveau de cette dernière sous le sol et l'analyse des eaux, nous réservant toutefois de revenir sur chacun de ces points dans un paragraphe spécial à la fin de ce travail.

Nous avons fait suivre ces coupes géologiques d'une série de renseignements concernant des puits qui ont été creusés à Malines, mais dont nous ne possédons pas de coupe géologique.

Afin de rendre notre travail aussi complet que possible, nous avons reproduit quelques coupes déjà publiées en les interprétant d'après les données récentes que nous possédons.

Comme on le verra dans la série des puits et sondages qui suivent, nous avons donné à chacun un numéro d'ordre qui correspond à celui qu'ils portent dans les dossiers du Service géologique.

La planche IV annexée à ce travail permettra de se rendre compte de l'emplacement de chacun des puits et sondages renseignés. Ces puits et sondages sont indiqués par un rond noir et portent chacun leur numéro respectif.

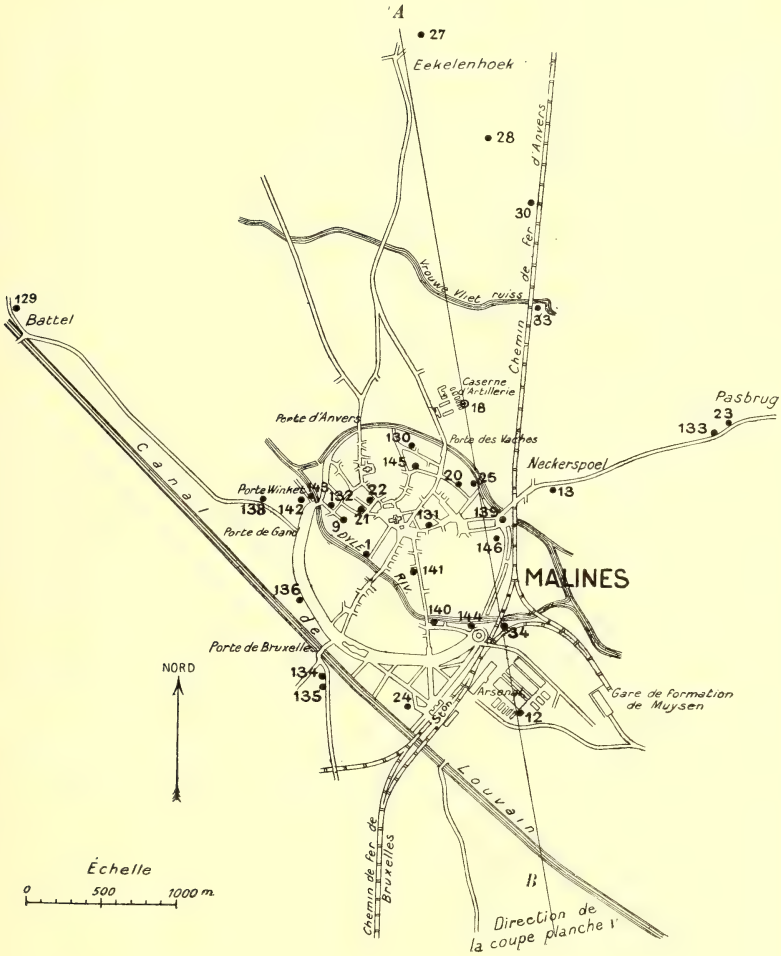
Remarque. — Avant de donner la coupe de chacun des puits forés à Malines et dans les environs, nous tenons à faire remarquer que la grande majorité des renseignements concernant les niveaux d'eau et les débits des puits, ainsi que la plupart des analyses, nous ont été fournis par les sondeurs et les propriétaires des puits. Il nous a été très difficile de vérifier les documents et les chiffres qui nous ont été fournis, et nous serions très heureux si l'on pouvait nous signaler des erreurs qui se seraient glissées dans ce travail par suite de faux renseignements.

N° 1. — Puits artésien de la brasserie de la Dyle, a Malines.

Foré par O. van Ertborn en l'année 1879.

La coupe de ce puits a déjà été publiée par différents auteurs et interprétée de façons différentes par chacun d'eux.

Van Ertborn, dans son texte explicatif de la planchette de Malines en 1880, page 47, y donne une première coupe; le même auteur en a


A
27
Eekelenhoek
28
30
Chemin de fer d'Anvers
Vrouwe Vliet ruiss.
33
129
Battel
Caserne d'Artillerie
18
Pasbrug
23
133
Porte d'Anvers
130
Porte des Vaches
145
Neckerspoel
20
25
13
Porte Winkel
143
132
22
138
142
21
131
139
Porte de Gand
9
DYLE
146
1
141
MALINES
136
140
144
34
Porte de Bruxelles
NORD
134
135
24
Arsenal
12
Gare de formation de Muysen
Canal de Louvain
Échelle
0
500
1000 m
Chemin de fer de Bruxelles
B
Direction de la coupe planche V

publié une coupe tout à fait remaniée dans les *Annales de la Société géologique de Belgique* (t. XXVIII, 1901, Mém., p. 166).

En 1878, MM. Rutot et G. Vincent ont donné une simple description des terrains traversés, sans interprétation.

En 1890, MM. Rutot et van den Broeck ont donné une coupe des terrains traversés et une détermination géologique des terrains qui ont été publiées dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie* (t. IV, Pr.-verb., pp. 197-198).

Les deux coupes publiées respectivement par MM. Rutot et van den Broeck en 1890 et celle de van Ertborn en 1901 se rapprochent beaucoup de la réalité quand on les compare aux résultats des sondages récents que nous publions dans ce travail. Toutefois nous ne pouvons admettre les épaisseurs données aux termes Asschien et Paniselien, et nous pensons que le Wemmelien doit certainement exister dans le sous-sol de la ville de Malines.

Nous avons cru bien faire de reproduire les deux coupes susmentionnées en y mettant en regard l'interprétation que nous pensons être la plus exacte dans l'état actuel des connaissances (p. 54).

Nous nous empressons d'ajouter que les interprétations des 52 premiers mètres ont été faites sans échantillons par MM. Rutot et van den Broeck; quant à notre coupe, nous la déduisons uniquement des résultats obtenus par les sondages récents.

Analyse de l'eau du puits de la brasserie de la Dyle.

L'analyse suivante a été faite par M. le Dr Van Melckebeke, pharmacien en chef de l'hôpital Sainte-Élisabeth, à Anvers :

Chaux (à l'état de carbonate)	0gr012	par litre.
Chaux (à l'état de sulfate et de chlorure)	0.000	—
Magnésie	0.004	—
Chlore (à l'état de chlorure)	0.106	—
Acide sulfurique (à l'état de sulfate)	0.050	—
Ammoniaque, acide nitreux, acide nitrique	0.000	—
Acide carbonique (à l'état de carbonate de Ca)	0.090	—
Sodium (à l'état de chlorure) et silice	0.338	—
TOTAL	0.600	—

Puits artésien de la brasserie de la Dyle. (Cote + 8.)

Coupe de MM. Rutot et van den Broeck, 1890.

Quaternaire : Sable boulant			9m00
Étage Asschien.	Sable fin un peu argileux	9m00	
	Argile sableuse bleuâtre	10.00	
	Argile bleue (à 37m70, une pierre de 0m15)	10.00	
	Sable glauconifère, vert, aquifère.	2.00	31.00
Étage Ledien	Sable argileux mêlé de rognons de grès	9m00	
	Couche pierreuse	3.00	12.00
Étage Laekenien : Gros sable blanc avec gravier renfermant *Nummulites lævigata, Nummulites scabra, Crenaster poritoïdes, Pecten Plebeius, Terebratula Kickxi*, le tout roulé ou brisé			5.00
Étage Paniselien : Argile grise de teinte assez foncée, fine, dure, plastique, se polissant sous l'ongle, sans fossiles			5.00
Étage Ypresien.	Sable un peu argileux, gris-vert, glauconifère	3m00	
	Sable meuble, glauconifère, un peu aquifère	1.00	
	Argile grise, sableuse, avec traces de fossiles	20.00	
	Sable fin, gris, glauconifère, avec *Nummulites planulata, Pecten corneus* var. *Laudunensis, Anomyma?* et autres lamellibranches indéterminables : niveau aquifère	4.00	
	Argile grise, pâle, avec lit de concrétions assez dures	40.00	68.00
Total			130m00

Coupe de M. Fr. Halet, 1910.

Quaternaire			9m00
Rupelien inférieur (*R1b*)			9.00
Asschien.	Argile sableuse (*Asd*)	10m00	
	Argile bleue (*Asc*)	10.00	
	Sable glauconifère (*Asb - a*)	2.00	22.00
Wemmelien : Sable argileux mêlé de rognons de grès			9.00
Ledien et Laekenien.	Sable concrétionné	3m00	
	Sable avec *Nummulites lævigata* roulées à la base	5.00	8.00
Paniselien.	Argile grise (*P1n*)	5.00	
	Sable argileux. } *P1d - c*		
	Sable } *P1d - c*	24.00	
	Argile grise (*P1m*)		29.00
Ypresien	Sable à *Nummulites planulata* (*Yd*)	4m00	
	Argile ypresienne (*Yc*)	41.00	45.00
Total			131m00

Coupe de van Ertborn, 1901.

Quaternaire			9m00
Asschien? Sable fin un peu argileux			9.00
Asschien.	Argile sableuse	10m00	
	Argile bleue	10.00	
	Sable glauconifère	2.00	22.00
Ledien.	Sable argileux avec grès	9m00	
	Sable concrétionné	3.00	12.00
Laekenien : Sable avec *Nummulites lævigata* roulées à la base			5.00
Paniselien.	Argile grise	5m00	
	Sable argileux	3.00	
	Sable	1.00	
	Argile grise	20.00	29.00
Ypresien.	Sable à *Nummulites planulata* de la cote — 80 à — 84	4m00	
	Argile ypresienne percée sur	41.00	45.00
Total			131m00

Niveaux aquifères : Deux niveaux aquifères ont été constatés ; ce sont : celui du sable vert asschien, entre 38 et 40 mètres de profondeur, et celui du sable fin ypresien, vers 89m50.
Niveau hydrostatique : La nappe ypresienne donne de l'eau jaillissante à 1 mètre au-dessus du sol.
Débit : Le débit de la deuxième nappe a été évalué à 40 litres par minute par écoulement naturel à 1 mètre au-dessous du sol.

N° 9. – Puits de la brasserie Bernaerts, rue A-B, n° 8, a Malines.

(Foré en 1872, cote de l'orifice + 6.)

La coupe de ce puits a été publiée par le baron van Ertborn, en 1874, dans le tome Ier des *Annales de la Société géologique de Belgique.*

Sur la Carte géologique au 40 000e, levée par M. M. Mourlon, ce sondage a été indiqué comme suit :

3 50 *Alm.*

20.30 *Asd.*

25.00 *Asc.*

Le.

D'après les terrains rencontrés dans les nouveaux sondages, nous croyons devoir changer cette interprétation et la remplacer par la coupe suivante :

		Profondeur.	Épaisseur.
Remanié 0m45	1. Terrain rapporté	0.00 à 0.45	0.45
Alluvions *Alm.* 3m05	2. Terre végétale.	0.45 à 0.70	0.25
	3. Argile d'alluvion jaunâtre . . .	0.70 à 3.50	2.80
Oligocène. Rupelien 12m30	4. Sable vert mouvant	3.50 à 15.80	12.30
Asschien *Asd.* 9 mètres.	5. Argile bleue sableuse	15.80 à 24.80	9.00
Asc-a. 20m20 Wemmelien et Ledien *Le.* 4m80	6. Argile verte	24.80 à 49.80	25 00
	7. Sable blanc très glauconifère avec rognons de grès, Numulites, etc.	49 80	

Nous avons été obligé de mettre la base de l'Asschien (*Asc*), le Wemmelien et le Ledien sous la même rubrique, car nous sommes persuadé que le sommet du Ledien ne peut pas commencer plus bas qu'un maximum de 45 mètres à l'emplacement de ce sondage, et ce dernier a dû être arrêté à la rencontre de la nappe aquifère, qui se trouve dans le terrain ledien.

N° 12. — Sondage de l'Arsenal, a Malines.

Creusé, vers 1898, par M. Van den Bossche, de Wetteren.

Ce puits ayant été foré au système à injection d'eau, on peut dire qu'aucun échantillon de quelque valeur n'a été recueilli. Malgré la lamentable collection d'échantillons en sa possession, le très savant géologue M. Rutot a pu reconstituer une coupe qui nous a permis d'être fixé approximativement sur les niveaux du Crétacé et du Primaire à Malines, si toutefois les échantillons qui ont été remis à M. Rutot provenaient réellement du puits de l'Arsenal.

Il est inutile de refaire la coupe de ce puits qui a été publiée par M. Rutot dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie* (t. XV, 1901, pp. 97 à 107).

Nous reproduisons ci-après la coupe probable de ce puits, puisque nous désirons, dans ce travail, fournir la coupe de tous les puits profonds de Malines; nous renvoyons le lecteur pour tous détails à la brochure de M. Rutot intitulée : *Le nouveau puits artésien de l'Arsenal de Malines.*

Quaternaire :

		Profondeur.
Flandrien.	Sable meuble jaune de	0.00 à 4.00
Campinien.	Sable graveleux gris de.	4.00 à 7.00

Tertiaire :

Étage Rupelien.	Sable gris un peu argileux	7.00 à 17 00
Étage Asschien.	Sable argileux verdâtre	17.00 à 38.00 (env. 23 m.)
	Argile grise	
	Argile sableuse glauconifère	
Étages Wemmelien, Ledien et Laekenien	Sable fin gris avec grès glauconifères .	38 00 à 55.00
Étage Paniselien.	Sable et argile verdâtre	55.00 à 85.00
Étage Yfresien.	Sable fin	85.00 à 201 00
	Argile grise	
Étage Landenien.	Sable	201.00 à 204 70
	Argile avec lits de psammites	204.70 à 220 00
Craie Sénonienne .	. . . . .	220 00 à 224.50
Terrain Primaire.	Argile bleue	224.50 à 228 10
	Pyrites	228.10 à 228.60

N° 18. — Puits de la caserne d'artillerie.

Creusé par MM. Detroye frères, en l'année 1905.

Cote du sol + 6.70.

Nos des échantillons	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
1-2	Sable demi-fin, limoneux, brunâtre . . .	0 00	1.20	1.20	Flandrien. *q4.* 5m50.	Quaternaire.
3-5	Sable demi-fin, limoneux, aggloméré	1.20	5.00	3.80		
6	Limon grisâtre, fin	5 00	5.50	0 50		
7	Sable gris jaunâtre, assez grossier, glauconifère, avec petits graviers de quartz roulés. .	5.50	7 00	1.50	Campinien. *q2n.* 4m50.	
8-9	Sable gris jaunâtre, finement glauconifère et quartzeux .	7.00	9.00	2.00		
10-12	Sable grossier gris jaunâtre avec petits cailloux de quartz et silex roulés . . .	9.00	10.00	1 00		
13-15	Sable fin, très légèrement argileux, brunâtre, finement micacé et glauconifère . .	10.00	12.60	2.60	Oligocène. Rupelien inf. *R1b.* 15m70	Tertiaire.
16-20	Argile sableuse brunâtre, finement micacée	12.60	17.50	4.90		
21-22	Sable gris foncé, demi-fin, finement glauconifère, avec traces de coquilles .	17 50	19 50	2 00		
23	Sable gris foncé, demi-fin, avec assez grands débris de coquilles paraissant être des *Cytherea* .	19.50	20 50	1.00		
24-25	Sable gris brunâtre, fossilifère (débris de *Cytherea*) . . .	20.50	22 50	2.00		
26-29	Sable gris demi-fin, finement micacé . . .	22.50	25.70	3.20		
30	Argile grise, plastique, très pailletée de mica . .	25.70	27 00	1.30	Éocène. Asschien. *Asd.* 13m30.	
31-35	Argile plus ou moins sableuse, gris verdâtre, finement micacée	27.00	32 00	5.00		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
36-37	Sable argileux, gris verdâtre, à grains de sable assez rude, finement glauconifère	32.00	33.60	1.60	Éocène. Asschien. *Asd.* 13m30	Tertiaire.
38-42	Sable gris verdâtre, demi-fin, finement glauconifère. . .	33.60	38.00	4.40		
43	Sable argileux, gris verdâtre, finement glauconifère . .	38.00	39.00	1 00		
44-45	Argile grise, plastique, finement micacée	39.00	41.00	2.00	*Asc.* 6 mètres.	
46-49	Argile grise, plastique, pointillée de glauconie . .	41.00	45.00	4.00		
50	Sable argileux gris, très glauconifère	45.00	46.00	1.00	*Asb-a.* 2 mètres.	
51	Sable gris, très glauconifère, légèrement argileux, avec petits graviers de quartz, *Nummulites Wemmelensis* et débris de *Pecten* paraissant roulés.	46.00	47.00	1.00		
51-53	Sable fin, gris, glauconifère, avec *Nummulites Wemmelensis* .	47.00	49.00	2.00	Wemmelien. 8 mètres.	
54	Sable légèrement argileux, gris, très glauconifère, pétri de *Nummulites Wemmelensis* et débris de *Pecten?* . . .	49 00	50.00	1.00		
55	Sable fin, gris, finement glauconifère, avec quelques *Nummulites Wemmelensis* et rares *Nummulites variolaria* . .	50.00	51.00	1.00		
56-59	Sable fin, gris, finement glauconifère	51.00	55.00	4.00		
60	Idem avec nombreuses *Nummulites variolaria*. . . .	55.00	55.80	0.80	Ledien. 7m50	
61	Grès blanchâtre fossilifère, avec *Nummulites variolaria* .	55 80	56.70	0 90		
62-68	Sable fin, gris blanchâtre, avec *Nummulites variolaria* et un grès blanc de la profondeur de 60m90 à 61m10	56.70	62.50	5.80		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
69	Grès blanchâtre avec nombreuses *Nummulites lævigata* et *scabra, Terebratula Kickxi, Ostrea* et *Ditrupa* roulées ainsi que quelques petits grains de quartz roulés	62.50	62.70	0.20	Laekenien. 3m85?	Tertiaire.
70	Sable fin, gris, avec petits débris de grès et quelques Nummulites	62.70	63.40	0 70		
71	Grès perforés.	63.40	63.55	0 15		
72-73	Sable grisâtre, finement glauconifère, avec *Ditrupa, Nummulites scabra*, etc., roulées et petits graviers de quartz translucides .	63.55	66.05	2.50 (1)		
74	Sable argileux, gris verdâtre, glauconifère . . .	66.05	67.00	0.95	Paniselien. *P1n.* 5m95	
75-76	Argile plastique schistoïde . .	67.00	71.00	4.00		
77	Argile sableuse, gris verdâtre, glauconifère . .	71.00	72.00	1.00		
78	Sable demi-fin, gris verdâtre, très glauconifère .	72.00	73.00	1 00		
79-80	Argile sableuse grise, glauconifère . . .	73.00	75.00	2.00		
81	Sable demi-fin, gris verdâtre, très glauconifère	75.00	76.00	1.00		
82-84	Sable demi-fin, gris verdâtre, glauconifère, avec débris de coquilles . . .	76.00	79.00	3.00		
85-86	Sable argileux gris, avec petits bancs de grès friables . .	79.00	80.70	1.70		
87	Grès glauconifère fossilifère, avec quelques traces de *Cardita?*	80.70	80.95	0.25	*P1d-c.* 21 mètres.	
88-89	Sable assez fin, gris verdâtre, glauconifère, avec petits débris de grès	80.95	83.00	2.05		
90	Argile plastique schistoïde . .	83.00	84.00	1.00		
91-93	Argile sableuse, gris verdâtre, glauconifère	84.00	87.00	3.00		
94-97	Sable fin, gris verdâtre, glauconifère et micacé	87.00	91.00	4.00		
98-99	Argile sableuse, gris verdâtre .	91.00	93.00	2.00		

(1) Nous avons des raisons de croire que ces 2m50 sont des éboulis et que le Paniselien commencerait vers 63m55 au lieu de 66m05.

Nos des échantillons	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
100-104	Argile plastique schistoïde, grise	93.00	98.00	5.00	*Plm.* 5 mètres.	TERTIAIRE.
105-106	Sable très fin, gris verdâtre, glauconifère, avec quelques *Nummulites planulata* . .	98.00	99.00	1.00	Yprésien. *Yd.* 1 mètre.	TERTIAIRE.

Débit. — Une première source a été rencontrée dans les sables et grès lediens, mais on n'en a pas établi le débit.

La deuxième nappe a été rencontrée au sommet des sables yprésiens; cette nappe est jaillissante et donne un débit de 600 litres par heure à 1m25 au-dessus du sol; au ras du sol, le débit est d'environ 15 mètres cubes par jour.

Le débit au compresseur est de 10 000 à 12 000 litres à l'heure.

Hauteur piézométrique des nappes aquifères rencontrées.

	Cote.
Nappe superficielle	+ 5.00
Nappe ledienne	+ 3.75
Nappe yprésienne	+ 11.00

Analyse chimique et bactériologique des eaux provenant des sables yprésiens du puits de la caserne d'artillerie.

ANALYSE DE L'EAU.

L'eau est incolore, limpide et d'une saveur agréable.

Degré hydrotimétrique	4
Résidu par litre à 110°	0gr85
Acide nitrique	0
Acide sulfurique	0gr032
Chlore	0gr090
Ammoniaque	0
Acide nitreux	0
Matières organiques réductibles par le permanganate de potasse (évaluées en acide oxalique) par litre .	0gr009

RÉSULTATS DE L'ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE.

Analyse quantitative :

Nombre de colonies par centimètre cube 90

Analyse qualitative :

Espèces saprophytes dominantes . . . Bactéries subtiles.
Espèces pathogènes. . . . . Néant
Espèces indéterminées 0

Conclusions : bonnes.

L'eau fournie au jaillissement contient un peu de sable très fin micacé; la température est de 12° C.

N° 20. — PUITS DE M. JULES JANSSENS, FABRICANT DE MEUBLES, RUE FOSSÉ-AUX-POILS, A MALINES.

Foré en 1906 par MM. Behiels frères, de Wetteren.

Ce sondage a été exécuté par le système à injection d'eau, et aucun échantillon n'a été recueilli.

Le carnet du sondeur nous donne les renseignements suivants :

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	AGE.
1	Terrains divers	0m00	53m00	Rupelien, Asschien, Wemmelien, Ledien. 53 mètres.
2	Grès	53.00	53 50	Ledien. 2m65.
3	Sable fin	53.50	53.85	
4	Grès	53.85	54 15	
5	Sable fin	54.15	55 65	

Profondeur totale : 55m65.

Niveau de l'eau sous le sol : au repos, 3 mètres; en pompant, 4 mètres.

Débit du puits : 3 500 mètres (par le compresseur).

Usage : industriel.

N° 21. — Puits de M. Coenen, fabricant de meubles, rue de la Mélanne, a Malines.

Foré par MM. Behiels frères, de Wetteren, en l'année 1906.

Ce sondage a été exécuté par le système à injection d'eau et aucun échantillon de terrain n'a été recueilli.

A l'aide du carnet du sondeur, nous avons pu dresser la coupe suivante :

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	AGE.
1	Sable et sable argileux	0m00	35m00	Flandrien. *q4*. Campinien. *q2n*. Rupelien. *R1b*. Asschien. *Asd*. 35 mètres
2	Argile plastique schistoïde	35.00	42.75	Asschien. *Asc*. 7m75.
3	Sable argileux	42.75	43.40	*Asb-a*. 0m65.
4	Sable fin, jaune (banc durci)	43.40	44 65	Wemmelien et Ledien. 2m10.
5	Grès	44.65	44 90	
6	Sable fin, jaune	44.90	45 10	
7	Grès	45 10	45.50	
8	Sable fin, jaune	45 50		

Niveau de l'eau sous le sol : 1m50.
Débit : environ 3 000 litres à l'heure.

N° 22. — Puits de M. Adriansens, brasseur-malteur, rue de la Mélanne, a Malines.

Foré par M. Van Dyck, sondeur à Stabroek lez-Anvers, en l'année 1906.

Ce sondage a été exécuté par le système à injection d'eau ; les échantillons ont été remis au Service géologique.

Le sondeur n'ayant recueilli que neuf échantillons pour une profondeur de 44 mètres, nous avons pu en déduire la coupe approximative suivante :

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	ÉPAISSEURS	AGE.	
—	Remblai ou remanié . . .	0 00	1.00	1.00		
1	Sable limoneux grisâtre	1.00	5 00	4.00	Flandrien. *q4*. 4 mètres.	Quaternaire.
2	Sable gris, grossier, graveleux, avec petits cailloux de quartz roulés . . .	5.00	9.00	4.00	Campinien. *q2n*. 4 mètres.	Quaternaire.
3	Sable gris légèrement quartzeux	9.00	11.25	2.25	Oligocène. Rupelien. *R1b*. 13m85.	Tertiaire.
4	Sable grossier avec gravier (échantillon de lavage). .	11 25	22 85	11 60		Tertiaire.
5	Sable gris	22 85	30.20	7 35	Éocène. Asschien. *Asd*. 14m15.	Tertiaire.
6	Idem	30.20	37.00	6.80		Tertiaire.
7	Argile plastique gris verdâtre.	37.00	42 00	5 00	*Asc*. 5 mètres.	Tertiaire.
8	Grès blanchâtre . . .	42 00	42 50	0 50	Wemmelien et Ledien. 2 mètres	Tertiaire.
9	Sable fin gris	42.50	44.00	1 50		Tertiaire.

Niveau de l'eau sous le sol : 4 mètres.
Débit à la pompe à vapeur : 7 000 à 8 000 litres à l'heure.
Eau brunâtre non potable.

N° 23. — Puits de la fabrique de produits alimentaires « Le Soleil », a Pasbrug, près Malines.

Foré par MM. Detroye frères, sondeurs à Cureghem-Bruxelles, vers 1890.

La description des terrains de ce puits nous a été communiquée par M. Rutot, mais nous n'avons pu examiner aucun échantillon.

La détermination géologique des terrains a été faite d'après la description de ces derniers et en se basant sur les données fournies par les autres puits de la ville de Malines et en comparant les résultats fournis par le nouveau puits creusé en 1910 pour la même fabrique.

N° des échantillons	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
	Alluvions	0.00	2.00	2.00	Alluvions modernes. *Alm.* 3 mètres.	Quaternaire.
1	Tourbe noire pure .	2 00	2 50	0.50		
2	Sable noir-brun, très tourbeux	2.50	3.00	0.50		
3-4	Sable gris-jaune, meuble, assez grossier, noirâtre, humide	3.00	4 50	1.50	Flandrien. *Q4.* 1m50.	
5	Idem avec gravier de quartz blanc, de silex, de grès bruxelliens, etc . . .	4.50	5.50	1.00	Campinien. *Q2n.* 6 mètres.	
6	Sable meuble, assez grossier, gris très foncé	5.50	6 00	0.50		
7	Limon sableux stratifié, gris foncé, avec linéoles tourbeuses . . .	6 00	7.00	1.00		
8	Sable meuble, gris moins foncé, grossier.	7.00	8 00	1.00		
9	Sable gris très grossier, graveleux, avec petits cailloux de silex, de quartz et pelotes de limon gris	8.00	9 00	1.00		
10	Idem très meuble, gris, plus graveleux . . .	9.00	9 05	0 05		
11	Limon très sableux à grains fins, gris foncé, pur	9 05	9.25	0.20		
12	Mélange de limon gris foncé, de sable grossier et de nombreux petits galets de quartz blanc	9 25	10 50	1.25		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
13-16	Limon sableux assez fin, gris foncé	10.50	14.50	4.00	Rupelien inférieur. *R1b.* 16m50	Tertiaire.
17	Limon sablo-argileux, cohérent, gris-vert foncé . . .	14 50	15.50	1.00		
18	Argile sableuse, gris foncé .	15 50	16.00	0.50		
19	Idem plus sableuse	16.00	16.50	0 50		
20	Argile sableuse dure, gris très foncé	16.50	17.00	0.50		
21-22	Idem plus sableuse . . .	17.00	18.00	1 00		
23	Sable demi-fin, gris, meuble	18 00	18.50	0.50		
24	Sable noir, cohérent, terreux .	18.50	19.00	0.50		
25-28	Sable gris foncé, cohérent, fin.	19.00	21 00	2.00		
29-30	Sable gris foncé, cohérent, fin, aspect brun terreux . . .	21.00	22.00	1.00		
31-40	Sable gris foncé, meuble, fin .	22.00	26 75	4 75		
41	Sable vert foncé, très fin, meuble . .	26.75	27.00	0.25		
42	Argile plastique verte, dure, compacte	27.00	27.85	0.85	Asschien. *Asd.* 14m30	
43	Sable argileux, vert, glauconifère, très fin . . .	27 85	28.65	0 80		
44	Argile un peu sableuse, glauconifère dure . .	28.65	29.00	0.35		
45-46	Alternance irrégulière de sable argileux gris et noir verdâtre, aspect terreux, verdâtre, glauconifère. . .	29.00	30.00	1 00		
47-48	Argile verte, dure, glauconifère, un peu sableuse . . .	30.00	31.00	1.00		
49-50	Argile verte, très sableuse . .	31 00	32.00	1.00		
51-52	Argile verte, très glauconifère, sableuse	32.00	33.00	1.00		
53	Sable argileux, très vert, glauconifère.	33.00	33.50	0.50		
54-66	Sable glauconifère, vert, argileux.	33.50	40.00	6.50		
67-68	Argile sableuse, vert foncé. .	40.00	41.30	1.30		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
69-71	Argile gris verdâtre, plastique, dure, finement sableuse	41.30	43.00	1 70	*Asc.* 7m70	TERTIAIRE
72-77	Argile grise pure, plastique, glauconifère	43.00	49.00	6.00		
78	Argile plastique dure, glauconifère, avec *Pecten corneus* et Nummulites	49.00	49.85	0.85		
79	Sable argileux rempli de Nummulites	49 85	50.00	0.15		
80	Sable glauconifère peu argileux, avec moins de Nummulites	50 00	50.40	0.40	*Asb-a* 2 mètres.	
81	Bande noire; sable grossier rempli de glauconie vert foncé, avec assez bien de Nummulites	50.40	51.00	0 60		
82	Sable gris-vert fin glauconifère, assez argileux, avec quelques Nummulites	51.00	53 00	2.00		
83 85	Sable vert, glauconifère, cohérent, avec petites Nummulites	52.00	55.70	2.70		
86	Argile grise plastique	55 70	56 00	0 30		
87	Sable très glauconifère, vert foncé, avec beaucoup de gros graviers de quartz et quelques Nummulites	56.00	56 50	0.50	Wemmelien *We.* 6m75.	
88	Sable très fin, argileux, cohérent, vert avec traces de fossiles et petites concrétions calcareuses	56.50	57.00	0.50		
89	Sable vert, fin, glauconifère, avec traces de fossiles	57.00	57.50	0.50		
90	Alternance de sable très fin, argileux, vert et de sable meuble fin	57.50	57.75	0.25		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
91	Sable gris-vert, calcareux, avec *Nummulites variolaria*	57.75	57,85	0 10		
92	Sable gris-vert, moins calcareux, moins fin, avec *Ditrupa*.	57.85	58 00	0.15		
93	Sable vert, glauconifère, demi-fin, meuble, pur, sans fossiles.	58.00	58 50	0 50		
94 95	Sable vert, glauconifère, un peu cohérent, avec *Nummulites variolaria* . . .	58.50	60 00	1.50	Ledien.	TERTIAIRE.
96-97	Sable argileux gris, fin	60.00	60.90	0.90		
98	Sable fin glauconifère, peu meuble	60.90	61.20	0 30	5m95	
99-101	Sable gris avec graviers de quartz roulés, coquilles (*Ditrupa, Ostrea*), pyrite et grès fossilifère	61.20	63.40	2 20		
102-103	Sable gris demi-fin, avec Nummulites	63.40	63.70	0 30		

Hauteur de l'affleurement d'eau par rapport au terrain : — 3.

Cote d'affleurement de l'eau : + 2.75.

Diamètre du puits : 0m30.

Débit du puits. — Ce sondage aurait rencontré à 55 mètres de profondeur une nappe d'eau jaillissante à 1 mètre au-dessous du sol.

Actuellement le puits donnerait de 10 à 12 mètres cubes à l'heure au compresseur.

Analyse chimique de l'eau.

Eau incolore, inodore, de saveur agréable, très limpide.

Degré hydrotimétrique	13
Chlore par litre.	260 milligr.
Ammoniaque	0 —
Acide nitreux	0 —
Matières organiques réductibles par le permanganate, par litre	11 —

N° 133. — Nouveau puits artésien creusé en 1909-1910 a la fabrique de conserves alimentaires « Le Soleil », au Neckerspoel, près Malines.

Foré par MM. Detroye frères, sondeurs à Cureghem-Bruxelles.

Cote du sol + 5.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.
1	Sable gris, quartzeux, légèrement verdâtre	1.75	2.50	0.75	Flandrien. *Q4.* 4m50.
2	Tourbe.	2.50	3.15	0.65	
3	Sable gris, quartzeux, légèrement verdâtre,	3.15	4.50	1.35	
4	Sable fin, gris, avec petits éclats de silex.	4.50	5.60	1.10	Campinien. *Q2n.* 6 mètres.
5	Sable quartzeux, gris, avec petits débris de grès roulés	5.60	6.80	1.20	
6	Idem, avec petits débris de silex roulés	6.80	7.50	0.70	
7-8	Sable quartzeux, gris, graveleux, avec cailloux de silex roulés	7.50	9.10	1 60	
9	Sable argileux, gris verdâtre, avec grès et cailloux de silex roulés.	9.10	10.50	1.40	
10-14	Sable fin, gris brunâtre, légèrement argileux, finement micacé.	10.50	15.60	5.10	Eocène. Rupelien inférieur. *Rlb.* 17m65.
15	Sable fin, brunâtre, argileux	15.60	16.50	0 90	
16	Argile sableuse, gris brunâtre, micacée	16.50	16.70	0.20	
17	Argile gris brunâtre, un peu sableuse, micacée	16.70	17.50	0.80	
18	Argile sableuse, grise, micacée	17.50	18.40	0.90	
19-20	Sable demi-fin, gris verdâtre, légèrement argileux	18.40	20.40	2.00	
21-22	Sable gris, un peu argileux	20.40	22.25	1.85	
23	Sable demi-fin, gris brunâtre	22.25	23.50	1.25	
24-25	Idem, argileux, avec traces de coquilles	23.50	25.50	2.00	
26-28	Sable demi-fin, gris brunâtre, micacé.	25.50	28.15	2.65	

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.
29	Argile un peu sableuse, verdâtre, micacée.	28.15	28.55	0.40	
30	Argile grise et brunâtre, micacée.	28.55	29.30	0.75	
31-33	Sable un peu argileux, gris verdâtre, très micacé. . . .	29.30	31.60	2.30	
34-35	Sable demi-fin, un peu argileux, verdâtre, glauconifère	31.60	33.40	1.80	
36	Argile gris verdâtre, sableuse, glauconifère.	33.40	34.00	0.60	Asschien. *Asd.* 13m35.
37	Sable demi-fin, argileux, gris verdâtre, glauconifère . .	34.00	34.50	0 50	
38-39	Sable aggloméré verdâtre, glauconifère . . .	34.50	36 00	1.50	
40	Sable grossier, gris verdâtre, glauconifère.	36.00	37.00	1 00	
41-43	Sable verdâtre, légèrement argileux, glauconifère . . .	37.00	40 20	3 20	
44	Sable argileux, vert. . . .	40.20	41.50	1 30	
45-46	Argile plastique, couleur gris de plomb . . .	41.50	43.00	1.50	
47-53	Argile plastique schistoïde, gris pointillé de glauconie .	43.00	49.90	6.90	*Asc.* 8m40.
54	Sable gris, très glauconifère, pétri de *Nummulites Wemmelensis* .	49.90	51.00	1.10	*Asb-a.* 1m10.
55	Sable gris verdâtre, demi-fin .	51.00	52.00	1.00	
56-58	Sable gris verdâtre, avec quelques *Nummulites Wemmelensis* . .	52.00	55.30	3.30	
59-60	Sable aggloméré gris verdâtre, glauconifère . . .	55.30	57.30	2.00	Wemmelien. *We.* 7m50.
61	Sable aggloméré, gris verdâtre, finement glauconifère, avec rares *Nummulites Wemmelensis* . .	57.30	58 50	1 20	
62	Sable aggloméré, gris clair .	58.50	59.60	1 10	
63	Sable gris clair, aggloméré. . .	59.60	59.80	0.20	
64	Grès	59.80	60.20	0 40	
65	Sable gris clair, aggloméré . .	60.20	61 40	1.20	
66	Grès	61.40	61.75	0.35	
67-68	Sable gris, fin, aggloméré . .	61.75	62 45	0.70	Ledien. *Le.* 6m20.
69	Grès	62.45	62.70	0.25	
70	Sable aggloméré, gris verdâtre .	62.70	63.70	1.00	
71	Grès	63.70	63.90	0.20	
72	Sable fin, aggloméré, gris . . .	63 90	64.70	0.80	
73	Grès non percé	64.70			

Niveau hydrostatique. — L'eau employée est celle sous le troisième grès ledien.

Niveau de l'eau sous le sol : au repos, 2 mètres; en pompant : 19 mètres.

Débit. — Aux essais de pompage, ce puits donnait environ 30 mètres cubes d'eau à l'heure.

L'eau était très claire, inodore et insipide ; il n'a pas été fait d'analyse chimique.

Diamètre du puits au fond : 11 centimètres.

N° 24. — Puits creusé au Magasin central des Postes et Télégraphes, a Malines.

Foré par M. J. Van den Bosch, de Wetteren, en l'année 1907.

Ce sondage a été exécuté par le système à injection d'eau, et aucun échantillon de terrain n'a pu être recueilli. A l'aide du carnet du sondeur et des coupes des autres sondages de la ville de Malines, nous avons pu dresser la coupe suivante :

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	AGE.	
	Terrains remaniés . . .	0m00	3m00	Flandrien et Campinien. *Q4* et *Q2n.* 14 mètres.	QUATERNAIRE
1	Sable jaune	3 00	11.50		
2	Sable grossier, gris blanchâtre	11.50	14.00		
3	Sable gris verdâtre	14.00	18.00	Rupelien inférieur. *R1b.* 11m50.	TERTIAIRE.
4	Sable argileux	18 00	25.50		
5	Argile plastique	25.50	26 00	Asschien *Asd-b.* 14m90.	
6	Sable argileux	26.00	31.00		
7	Argile plastique	31.00	40.40		
8	Sable argileux, fossilifère . .	40.40	47.30	Wemmelien et Ledien. *We* et *Le.* 10m20.	
9	Grès	47 30	48 25		
10	Sable gris jaunâtre . . .	48.25	50.60		
11	Grès	50.60			

Niveau de l'eau sous le sol : 8m50.

Débit. — Faible ; l'eau provient du niveau au-dessus du premier grès.

Diamètre du puits : 10 centimètres.

Analyse de l'eau du puits du Magasin central, faite par le Laboratoire de la ville de Gand, en 1907.

Dureté	11°	
Acide phosphorique	pas.	
Ammoniaque	pas.	
Nitrites	pas.	
Matières organiques (azotées)	pas.	
Chlore combiné	0.025	gr. par litre.
Acide sulfurique combiné	0.00	—
Matières organiques	0.055	—
Résidu salin	0.325	—
Résidu salin calciné	0.312	—

Conclusion : cette eau convient à l'alimentation.

N° 25. — Puits de la fabrique de conserves « Le Lion », a Malines.

Foré par MM. Detroye frères, en l'année 1907.

Cote du sol + 6.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS. de	PROFONDEURS. à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
1	Sable jaune rougeâtre	0.00	3.00	3.00	Flandrien. *Q4.* 3 mètres.	Quaternaire.
2	Sable gris verdâtre, quartzeux et graveleux.	3.00	4.00	1.00	Campinien. *Q2n.* 4 mètres	Quaternaire.
3 - 4	Sable quartzeux, demi-fin, gris.	4.00	7.00	3.00		Quaternaire.
5	Sable fin, un peu argileux, gris foncé, légèrement pailleté.	7.00	11.00	4.00	Oligocène. Rupelien. *R1b.* 15m55.	Tertiaire.
6 - 9	Sable argileux, gris foncé, finement pailleté	11.00	22.55	11.55		Tertiaire.
10 - 11	Argile gris brunâtre, légèrement sableuse, finement glauconifère, très pailletée	22.55	25.10	2.55		Tertiaire.
12 - 16	Sable argileux, verdâtre, finement glauconifère et micacé.	25.10	29.50	4.40	Éocène. Asschien. *Asd.* 12m40	Tertiaire.
17 - 18	Argile sableuse, gris verdâtre, finement glauconifère et micacée.	29.50	30.95	1.45		Tertiaire.
19 - 21	Sable quartzeux, gris verdâtre, glauconifère.	30.95	34.95	4.00		Tertiaire.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
22 - 23	Argile grise, plastique, bigarrée de vert, finement sableuse, micacée et glauconifère . . .	34.95	41.00	6.05	*Asc.* 6m05	TERTIAIRE.
24 26	Argile grise glauconifère, un peu sableuse, avec rares *Nummulites Wemmelensis* et traces de *Pecten* brisés?	41.00	43.50	2.50	*Asb-a.* 2m50.	
27	Sable gris verdâtre foncé, très glauconifère, pétri de petites *Nummulites Wemmelensis* et quelques rares *Nummulites variolaria*	43.50	45.00	1 50		
28	Sable fin, gris verdâtre, glauconifère.	45.00	46.00	1.00	Wemmelien. *We.* 7m50.	
29 - 30	Sable gris verdâtre, très glauconifère, avec fossiles broyés et *Nummulites Wemmelensis* et *variolaria*	46.00	51.00	5.00		
31 - 32	Sable gris clair, légèrement calcarifère et fossilifère, avec *Nummulites variolaria* . .	51.00	53.50	2.50		
33	Grès blanchâtre	53.50	54.10	0 60		
34	Sable très fin, gris	54.10	55.00	0 90		
35	Grès fossilifère (*Ostrea*) . . .	55.00	55.25	0.25	Ledien. *Le.* 9m50.	
36 - 37	Sable gris, fin, fossilifère . .	55.25	58.70	3 45		
38	Grès.	58.70	59.00	8.30		
39	Sable gris, très fin, pailleté . .	59.00	60.50	1 50		
40	Grès fossilifère et grès caverneux avec graviers roulés et banc de sable	60.50	60.80	0.30	Laekenien. 1m90.	
41	Sable gris, fin, fossilifère . .	60.80	62.40	1 60		
42 - 43	Argile grise, plastique, légèrement sableuse	62.40	68.30	5.90	Paniselien. *Pln.* 5m90.	
44 - 47	Sable argileux, glauconifère, gris verdâtre, fossilifère par places.	68.30	77.80	9.50	*Pld-c.* 18m50.	
48 - 51	Sable demi-fin, gris, glauconifère	77.80	86.80	9 00		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS. de	PROFONDEURS. à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
52 - 53	Argile plastique grise, devenant schistoïde	86.80	93.00	6 20	*P1m.* 6m20.	TERTIAIRE.
54 - 55	Sable argileux, gris, glauconifère, pétri de *Nummulites planulata*	93.00	94.00	1 00	Ypresien. *Yd.* 1 mètre.	TERTIAIRE.

Débit. — Deux sources ont été rencontrées : une source ledienne ou laekenienne vers 60 mètres de profondeur et une source jaillissante dans les sables ypresiens à 93 mètres de profondeur.

Le niveau de l'eau de la première source se tient à 6 mètres sous le sol.

Lors du pompage à raison de 10 mètres cubes à l'heure, ce niveau est descendu à 6 mètres. La deuxième source donne de l'eau jaillissante et a un débit au niveau du sol d'environ 540 litres à l'heure.

Le débit au compresseur est de 7 mètres cubes à l'heure. Au-dessus de ce débit, la quantité de sable dans l'eau devient trop considérable.

Diamètre du puits : 0m20.

Analyse de l'eau de la source ypresienne.

Degré hydrotimétrique	2o5
Résidu par litre	0centigr92
Ammoniaque	néant.
Acide nitrique	Id.
Acide nitreux	Id.
Chlore	0centigr1207
Acide sulfurique (sulfates)	faibles traces.
Matières organiques	0centigr012

Conclusion : eau bonne.

N° 27. — Sondage n° V, exécuté en l'année 1906 par l'Administration des Chemins de fer de l'État, au Nord de Malines, a Waelhemstraat, en vue de la construction de la nouvelle ligne de Bruxelles a Anvers.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol + 6.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS. de	PROFONDEURS. à	AGE.	
1	Sable demi-fin, brunâtre, un peu ferrugineux	0.00	0 50		
2	Sable gris blanchâtre, demi-fin, avec quelques points de glauconie	0 50	1 00		
3	Sable fin gris, jaunâtre, avec points de glauconie . . .	1.00	1 50	Flandrien. *Q4.* 3 mètres.	Quaternaire.
4	Sable gris, quartzeux . . .	1.50	2.00		
5	Sable quartzeux gris, pointillé de glauconie	2.00	2 50		
6	Sable quartzeux jaunâtre, un peu ferrugineux	2.50	3.00		
7	Sable grossier et graveleux gris.	3 00	3.50		
8	Sable gris un peu limoneux .	3 50	4.00		
9-10	Sable quartzeux gris, avec quelques petits graviers de quartz	4.00	5 00		
11	Sable quartzeux, gris . . .	5.00	5.50	Campinien. *Q2n.* 5m50.	
12-14	Sable gris blanchâtre, graveleux.	5 50	7.00		
15	Sable quartzeux gris blanchâtre.	7.00	7.50		
16	Sable quartzeux gris avec petits cailloux de silex et quartz roulés	7.50	8.00		
17	Sable quartzeux gris blanchâtre.	8 00	8.50		
18	Argile gris brunâtre, plastique.	8.50	9.00	Rupelien supérieur. *R2c.* 1 mètre.	Tertiaire.
19	Argile gris brunâtre légèrement sableuse	9.00	9.50		

N° 28. — Sondage n° VI, exécuté en l'année 1906 par l'Administration des Chemins de fer de l'État, au Nord de Malines, un peu au Nord du château de Cauwendael, en vue de la construction de la nouvelle ligne de Bruxelles à Anvers.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol : + 4.45.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	AGE	
1	Terre végétale brunâtre. . .	0.00	0.45	Flandrien *Q4.* 2m50	Quaternaire.
2	Sable demi-fin, jaune d'ocre	0 45	1.00		
3	Sable demi-fin, gris verdâtre .	1 00	1 50		
4 - 5	Sable gris, demi-fin	1.50	2.50		
6	Sable quartzeux, gris, pointillé de glauconie	2.50	3 00	Campinien. *Q2n.* 5m50	
7 - 11	Idem avec quelques petits graviers de quartz et silex roulés	3.00	5.50		
12	Idem sans silex roulés . . .	5.50	6.00		
13	Sable quartzeux, gris jaunâtre, très graveleux.	6.00	6 50		
14 - 15	Sable quartzeux, gris jaunâtre, très graveleux, avec cailloux de silex roulés. . . .	6.50	7 50		
16	Graviers composés de quartz et de silex roulés	7.50	8.00		
17 - 18	Sable gris un peu argileux, avec quelques débris de silex provenant de plus haut . . .	8 00	9 00	Rupelien inférieur *R1b* 1 mètre.	Tertiaire.

N° 30. — Sondage n° VIII, exécuté en l'année 1906 par l'Administration des Chemins de fer de l'État, au Nord de Malines, un peu au Sud-Est du chateau de Cauwendael, en vue de la construction de la nouvelle ligne de Bruxelles a Anvers.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol : + 7.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	AGE.	
1-3	Sable fin, gris jaunâtre . . .	0m00	1m50		
4	Sable fin, gris, avec linéoles limoneuses, gris jaunâtre .	1.50	2 00	Flandrien. *Q4.* 3 mètres.	Quaternaire.
5-6	Sable demi-fin, jaunâtre, ferrugineux	2.00	3.00		
7-8	Sable quartzeux, gris, pointillé de glauconie	3.00	4.00		
9-15	Sable quartzeux et graveleux, gris jaunâtre, pointillé de glauconie	4.00	7 50	Campinien. *Q2n.* 5 mètres.	
16	Sable demi-fin, gris	7.50	8.00		
17-18	Sable quartzeux, gris pâle, avec gravier de silex et quartz roulés	8.00	9.00		

N° 33. — Sondage n° XI, exécuté en l'année 1906 par l'Administration des Chemins de fer de l'État, au Nord de Malines et contre le pont du Nieuwendijk, en vue de la construction de la nouvelle ligne de Bruxelles a Anvers.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol : + 4.20.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	AGE.	
1	Terre végétale et impuretés .	0.00	0.70	Alluvions modernes *Alm.* 1m70.	Quaternaire.
2-3	Sable fin, brunâtre, un peu tourbeux	0.70	1.70		
4-5	Sable demi-fin, gris, pointillé de glauconie . . .	1.70	2.70	Flandrien. *Q4.* 1 mètre.	
6-8	Sable très quartzeux, gris, avec quelques graviers de quartz roulés	2.70	4.20		
9-13	Sable quartzeux et graveleux, gris	4.20	6.70	Campinien. *Q2n.* 4m50.	
14	Sable un peu argileux, fin, avec gros silex roulés	6.70	7.20		
15-23	Sable gris foncé brunâtre, fin, un peu argileux	7.20	11.70	Rupelien infér. *Rlb.* 4m50.	Tertiaire.

N° 34. — Sondage n° II, exécuté en l'année 1906 par l'Administration des Chemins de fer de l'État, près du pont de la Dyle, a Malines, en vue de la construction de la nouvelle ligne de Bruxelles a Anvers.

Échantillons remis au Service géologique.

Cote du sol : + 5.06.

Nos des échantillons	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS	PROFONDEURS. de	PROFONDEURS. à	AGE.	
1-7	Terrain remanié	0.00	3 50		
8	Argile brunâtre et noirâtre	3.50	4.00	Alluvions modernes. *Alm.* 1 mètre.	Quaternaire.
9	Argile un peu tourbeuse	4.00	4.50		
10	Sable gris, très quartzeux, un peu graveleux	4.50	5.00		
11	Sable gris brunâtre, demi-fin	5.00	5.50		
12	Sable gris verdâtre, quartzeux et grossier	5 50	6.00		
13-14	Sable gris, graveleux, avec débris de cailloux de silex roulés	6 00	7.00	Campinien. *Q2n.* 3m50.	
15	Idem, un peu ferrugineux	7.00	7.50		
16	Sable gris brunâtre, quartzeux, un peu graveleux	7.50	8 00		
17	Sable demi-fin, grisâtre et brunâtre, aggloméré	8.00	8 50		
18	Sable fin, gris, légèrement verdâtre et argileux	8 50	9.00	Rupelien inférieur. *Rlb.* 5 mètres.	Tertiaire.
19	Sable gris brunâtre, demi-fin	9.00	9.50		
20-21	Sable demi-fin, gris brunâtre	9.50	10 50		
22-26	Sable gris, demi-fin aggloméré.	10 50	13 00		
27	Argile gris brunâtre, très pailletée, avec linéoles sableuses	13.00	13.50		
28	Sable demi fin, verdâtre, légèrement argileux	13 50	14 00		
29-30	Sable demi-fin, argileux, micacé	14.00	15.00		
31	Sable demi-fin, gris, un peu argileux	15 00	15 50	Asschien. *Asd.* 4m50.	
32-33	Argile grise, finement sableuse, micacée	15 50	16 50		
34 35	Argile sableuse grisâtre, micacée	16.50	17 50		

N° 129. — Puits du chateau de M. Empain, a Battel.

Creusé par MM. Detroye frères, en l'année 1907.

Cote du sol + 9m50.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
1-2	Sable demi-fin, gris jaunâtre et brunâtre, limoneux . .	0.00	5.50	5 50	Flandrien. *Q4.* 5m50.	Quaternaire.
3-4	Sable quartzeux, gris, pointillé de glauconie, avec petits graviers roulés	5.50	7.80	2.30	Campinien. *Q2n.* 3m50.	Quaternaire.
5	Sable quartzeux, jaunâtre, pointillé de glauconie	7.80	9.00	1.20	Campinien. *Q2n.* 3m50.	Quaternaire.
6	Sable gris, fin, un peu agglomeré, pailleté de mica . .	9.00	9.50	0.50		
7-9	Sable fin, un peu argileux, gris foncé, brunâtre, micacé . .	9 50	13.50	4.00		
10-12	Sable un peu argileux, gris foncé, finement pailleté . .	13.50	18 00	4.50	Oligocène. Rupelien inférieur. *R1b.* 14m50.	Tertiaire.
13	Sable gris, demi-fin, pailleté	18.00	20.00	2.00	Oligocène. Rupelien inférieur. *R1b.* 14m50.	Tertiaire.
14	Sable légèrement argileux, gris, finement pailleté	20.00	23.20	3.20	Oligocène. Rupelien inférieur. *R1b.* 14m50.	Tertiaire.
15	Sable argileux, gris foncé, brunâtre, pailleté, passant à l'argile pailletée . . .	23 20	23.50	0.30		Tertiaire.
16	Argile grise, pailletée, avec traces de matières ligniteuses . .	23.50	25.00	1.50		Tertiaire.
17	Sable argileux, gris verdâtre, micacé, finement glauconifère	25.00	25 70	0.70		Tertiaire.
18	Sable très argileux, vert. . .	25.70	26.80	1.10		Tertiaire.
19-20	Argile grise, légèrement sableuse	26 80	30.00	3.20		Tertiaire.
21-22	Sable argileux, gris verdâtre, pailleté et glauconifère . .	30.00	32.00	2.00	Eocène. Asschien. *Asd.* 15m20.	Tertiaire.
23	Sable argileux, gris verdâtre, avec amas de *Nummulites* paraissant être la *Nummulites Wemmelensis* ou *Orbignyi*, de dimensions assez grandes et très plates	32.00	34.00	2.00		
24-27	Sable gris verdâtre, glauconifère, argileux par endroits .	34.00	38.70	4.70		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
28-31	Argile plastique, grise, avec points de glauconie . . .	38.70	44.60	5.90		
32	Argile grise, avec intercalations de sable rude glauconifère	44.60	45.75	1.15	*Asc.* 7m05	
33	Sable argileux, gris foncé, fossilifère, très glauconifère. *Nummulites Wemmelensis* .	45.75	46.25	0 50		
34	Sable quartzeux, gris foncé, fossilifère et très glauconifère (débris de *Pecten*	46.25	47.50	1.25	*Asb-a.* 1m75	
35	Sable argileux, gris verdâtre, avec quelques *Nummulites Wemmelensis* et quelques graviers de quartz roulés. .	47.50	49.80	2.30		
36-39	Sable fin, gris clair, avec rares *Nummulites Wemmelensis* .	49.80	53.80	4.00		
40	Sable fin, gris verdâtre, finement glauconifère, avec *Nummulites Wemmelensis* et *variolaria*	53.80	54.30	0.50	Wemmelien. 8 mètres.	Tertiaire
41	Sable calcarifère blanchâtre, avec débris de grès et fossiles broyés	54.30	55.50	1 20		
42-43	Sable fin, gris, finement glauconifère, avec quelques *Nummulites Wemmelensis* et *variolaria*	55.50	56.70	1.20		
44	Grès blanchâtre . . .	56.70	57.30	0.60		
45	Sable demi-fin, gris, finement glauconifère, avec *Nummulites variolaria*	57.30	58.50	1 20		
46	Grès blanchâtre, avec nombreux fossiles, *Nummulites*, *Ostrea*, *Ditrupa*, *Pecten*, dont quelques-uns sont roulés	58.50	58 85	0 35	Ledien. 6m85	
47	Sable fin, fossilifère. . . .	58.85	60 00	1 15		
48	Grès blanchâtre, glauconifère, broyé	60.00	60 30	0 30		
49-50	Sable fin, gris clair	60.30	61.10	0 80		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
51	Grès blanchâtre, avec *Nummulites variolaria* et *scabra*, *Pecten* et *Ostrea gryphea*. . .	61.10	61.25	0.15		
52	Sable demi-fin, gris clair, avec *Ostrea*, *Pecten* et *Nummulites*	61 25	62.35	1.10		
53	Grès fossilifère, avec innombrables débris de coquilles (*Ostrea*, *Nummulites*) et graviers de quartz roulés	62 35	62.90	0.55		
54	Sable fin, gris, finement glauconifère	62.90	63.70	0.80	Laekenien. 1m60.	
55	Grès glauconifère, avec innombrables fossiles roulés et graviers de quartz roulés . .	63.70	63 95	0.25		
56	Sable gris verdâtre, glauconifère	63.95	65.00	1 05		
57-58	Idem, argileux	65.00	70.00	5 00	*P1n.* 10m05.	
59	Argile schistoïde, verdâtre . .	70.00	74.00	4.00		
60	Argile sableuse, gris verdâtre, finement glauconifère . .	74.00	76.00	2.00		Tertiaire.
61-62	Sable gris verdâtre, légèrement argileux, avec traces de coquilles	76.00	79.80	3.80		
63	Argile sableuse, grisâtre . .	79.80	82.00	2.20		
64	Argile sableuse, gris verdâtre, avec petits bancs de grès. .	82.00	84.00	2.00	*P1d-c.* 19m80.	
65	Sable argileux, fin, gris verdâtre, glauconifère	84.00	88.00	4.00		
66-67	Argile grise plastique, finement sableuse	88.00	93 80	5.80		
68-70	Argile plastique grise, schistoïde.	93.80	100.70	6.90	*P1m.* 6m90.	
71	Argile grise, avec intercalation de sable fin, verdâtre, avec débris de fossiles indéterminables	100.70	102.00	1.30		
72	Sable très fin, gris pailleté, finement glauconifère. . . .	102.00	107 60	5.60	Ypresien. 6m90.	
73	Sable fin, argileux, finement glauconifère	107.6				

Débit du puits. — L'eau provient du niveau des sables ypresiens, vers 102 mètres de profondeur. Le puits donne au jaillissement 360 litres à l'heure à 1m20 au-dessus du sol, 600 litres à l'heure à 1 mètre au-dessus du sol et 900 litres à 1 mètre en dessous du sol.

Le niveau hydrostatique de l'eau est à 3m80 au-dessus du sol.

Débit au compresseur. — 10 000 litres à l'heure à 18 mètres sous le sol.

Analyses de l'eau. — Deux analyses chimiques de ces eaux ont été faites; la première analyse a accusé une quantité de matières organiques assez élevée; nous avons conseillé une nouvelle analyse après un curage du puits, et le résultat obtenu fut une diminution notable des matières organiques; comme on peut le voir, ces analyses se rapprochent beaucoup de celles de la caserne d'artillerie et de l'hôpital militaire.

Première analyse.

Ammoniaque	0
Acide azoteux et hydrogène sulfuré	0
Acide azotique	0
Chlore	0gr0985 par litre.
Matières organiques, évaluées par le permanganate en solution acide	0gr076 par litre.
Anhydride sulfurique	traces.
Chaux	0gr0015 par litre.
Résidu fixe à 110°	0gr760 par litre.

Deuxième analyse après curage du puits.

Acide azoteux	0
Acide azotique	0
Hydrogène sulfuré	0
Ammoniaque	0
Acide sulfurique	traces.
Résidu fixe à 105°	0gr822 par litre.
Matières organiques	0gr035 par litre.
Chlore	0gr0965 par litre.

Dureté totale : 2 degrés.

N° 130. — Puits de l'hopital militaire.

Creusé par MM. Detroye frères, en l'annee 1907.

Cote du sol : + 6 mètres.

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
	Remblai	0.00	2 50	2.50	Remblai. 2m50	Quaternaire.
1	Sable fin, jau ne,avec quelques paillettes de mica . . .	2.50	3.00	0 50	Flandrien. *Q4.* 1 mètre	Quaternaire.
2	Tourbe ligniteuse	3 00	3 50	0 50		Quaternaire.
3-6	Sable quartzeux, graveleux, gris, avec petits éclats de silex .	3.50	5 50	2.00	Campinien. *Q2.* 3m50	Quaternaire.
7-9	Sable grossier, gris jaunâtre, avec nombreux graviers roulés	5.50	7.00	1.50		Quaternaire.
10	Sable gris brunâtre, avec rares petits graviers et silex roulés tombés de plus haut . . .	7.00	7 50	0.50		
11-15	Sable fin, gris brunâtre, micacé.	7.50	10.00	2.50		
16-20	Sable argileux, gris foncé, micacé	10 00	12.50	2 50		
21-25	Argile un peu sableuse, grise, micacée.	12.50	15 00	2 50	Oligocène. Rupelien. *R1b.* 15m50	Tertiaire.
26-27	Sable gris légèrement jaunâtre.	15 00	16.00	1 00		Tertiaire.
28-30	Sable argileux, gris	16 00	17 50	1 50		
31-36	Sable gris, demi-fin, un peu argileux	17 50	20.50	3.00		
37-40	Sable gris, très fin	20 50	22 50	2 00		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS. de	PROFONDEURS. à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
41-42	Argile grisâtre teinté de verdâtre, très micacée . . .	22.50	24.00	1.50		
43-50	Sable argileux et argile sableuse, gris verdâtre . . .	24.00	28.00	4.00	Éocène. Asschien. *Asd.* 12m50.	Tertiaire.
51-54	Sable gris verdâtre, très légèrement argileux	28.00	30 00	2.00		
55-64	Sable demi-fin, aggloméré, gris verdâtre foncé. . . .	30.00	35.00	5 00		
65-71	Argile plastique, gris verdâtre, finement pointillée de glauconie	35 00	39 00	4.00		
72-74	Argile gris verdâtre, avec quelques gros grains de sable et très glauconifère	39.00	40.50	1.50	*Asc.* 6m50.	
75-76	Argile grise, avec quelques rares points de glauconie . .	40 50	41.50	1.00		
77-78	Argile grise, légèrement sableuse, pointillée de glauconie, avec débris de coquilles indéterminables	41 50	42.50	1.00		
79	Argile grise, un peu sableuse, très glauconifère, avec quelques rares débris de fossiles indéterminables	42.50	43.00	0.50	*Asb-a.* 2m50.	
80	Idem. avec nombreuses *Nummulites Wemmelensis* paraissant roulées	43.00	43.50	0.50		
81	Argile gris verdâtre, légèrement sableuse et fossilifère (*Nummulites Wemmelensis* et quelques *Nummulites Orbignyi*)	43 50	44.00	0.50		
82-83	Sable aggloméré, gris verdâtre.	44 00	45.00	1.00		
84	Sable argileux, gris verdâtre, avec *Nummulites Wemmelensis*	45 00	45.50	0.50		
85	Sable très fin, gris verdâtre, aggloméré	45.50	46.00	0.50	Wemmelien. *We.* 8m50.	
86-87	Sable fin, gris, finement pointillé de glauconie, avec *Nummulites*	46.00	47.00	1.00		
88-98	Sable fin, gris verdâtre, souvent aggloméré, avec *Nummulites Wemmelensis* et *variolaria* .	47.00	52.50	5.50		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
99	Grès blanchâtre, avec sable graveleux gris, nombreux fossiles roulés (*Nummulites Wemmelensis* et *variolaria, Ostrea, Pecten*)	52.50	53.10	0.60	Ledien. 8m50.	Tertiaire.
100	Sable gris, glauconifère, avec banc de *Nummulites Orbignyi* et *Wemmelensis*, quelques *Ostrea*, débris de *Pecten corneus* et rognons de pyrite .	53.10	53.70	0 60		
101	Grès blanchâtre	53.70	54.00	0.30		
102	Sable très fin gris blanchâtre, avec *Nummulites*	54.00	54 80	0.80		
103	Grès blanchâtre	54 80	55.50	0.70		
104 106	Sable fin gris, avec traces de fossiles	55.50	56.70	1.20		
107	Grès	56.70	56.90	0.20		
108-111	Sable gris, fin, fossilifère . .	56 90	58.70	1.80		
112	Grès	58.70	59.00	0.30		
113-115	Sable gris, fin	59.00	61.00	2.00		
116	Sable gris, graveleux, fossilifère, avec grès caverneux, contenant *Nummulites lævigata, variolaria, scabra, Pecten, Ostrea, Ditrupa* et dents de poissons, piquants d'oursins, le tout roulé . . .	61.00	61.50	0.50	Laekenien. 0m50.	
117-120	Argile un peu sableuse, gris verdâtre, glauconifère . . .	61.50	63.50	2.00	Paniselien. *P1n.* 6 mètres.	
121-128	Argile grise, légèrement verdâtre, schistoïde	63.50	67.50	4.00		

Nos des échantillons.	DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
129-141	Sable demi-fin, gris verdâtre, glauconifère	67.50	74.00	6.50		
142	Argile gris verdâtre	74.00	74.05	0.05		
143	Sable gréseux glauconifère, avec rares fossiles (*Cardita*).	74.05	74.20	0.15		
144-147	Argile verdâtre, légèrement sableuse	74.20	76.50	2 30		
148-150	Sable gris verdâtre, glauconifère, avec traces de fossiles	76.50	78.00	1 50	*P1d-c.* 18m50.	
151-153	Sable vert foncé, légèrement argileux, avec traces de fossiles.	78.00	79.50	1.50		
154-160	Argile grise plastique . . .	79.50	83 00	3.50		
161-163	Argile grise, un peu sableuse .	83.00	85.00	2.00		TERTIAIRE.
164-165	Sable fin, gris verdâtre . . .	85.00	86.00	1 00		
166-180	Argile plastique, grise, devenant schistoïde.	86.00	93 50	7.50	*P1m.* 7m50.	
181-182	Sable fin, gris, finement glauconifère, avec quelques *Nummulites planulata*. . . .	93.50	94.50	1.00	Ypresien. *Yd.* 1m50.	
183-184	Sable très fin, gris verdâtre, finement glauconifère, avec *Nummulites planulata* . .	94.50	95.00	0.50		

Niveaux hydrostatiques. — Le 24 février 1908, après une journée et deux nuits de repos, il a été constaté que l'eau se maintenait à 9m40 sous le sol. Le puits était arrivé à 52 mètres de profondeur. Pendant le travail, l'eau restait stationnaire à 13m65 de profondeur. Le débit n'a pu être pris en note.

Le 23 mars, pour la profondeur de 66 mètres, il a été tenu note du niveau hydrostatique : l'eau au repos montait à 6m50 sous le sol. Le débit pour une heure de pompage a été trouvé de 7 200 litres, cependant que l'eau restait stationnaire à 15m95 sous le niveau du sol. L'eau recueillie vers la fin du pompage était opaline, très légèrement jaunâtre et chargée à 12 °/₀ de sable très fin, bleu verdâtre, avec grains aussi fins, blanc franc et noir intense, les blancs en quantité double des noirs.

Débit du puits. — La source ypresienne, vers 94 mètres de profondeur, donne de l'eau jaillissante qui se tient en équilibre à $1^{m}85$ au-dessus du sol.

Débit à $0^{m}30$ au-dessus du sol : 420 litres à l'heure.

Débit au compresseur. — Pendant les expériences, le débit a atteint 27 mètres cubes à l'heure [1].

Analyse chimique.

Couleur	incolore.
Odeur	nulle.
Saveur	bonne.
Transparence	transparente.
Degré hydrotimétrique	5
Résidu à 110°, par litre	$0^{gr}67$
Acide nitrique, par litre	très faibles traces.
Acide sulfureux, par litre	$0^{gr}023$
Chlore, par litre	$0^{gr}1245$
Ammoniaque, par litre	0
Acide nitreux, par litre	0
Matières organiques réductibles par le permanganate et évaluées en acide oxalique, par litre	$0^{gr}0326$

Analyse bactériologique.

Bonne, cette eau peut servir à tous les usages alimentaires, sans restriction.

N° 131. — Puits de la brasserie Van Diepenbeek, a Malines.

Deux puits ont été construits à la brasserie Van Diepenbeek, à Malines.

Le premier puits, creusé il y a un grand nombre d'années, a une profondeur d'environ 50 mètres.

Le deuxième puits, construit depuis vingt ans, a une profondeur d'environ 100 mètres.

---

[1] A notre avis, il convient de ne pas dépasser un débit de 10 mètres cubes à l'heure, afin de ne pas détruire le puits qui, par un débit forcé, tendrait à s'ensabler.

Puits de 50 mètres de profondeur.

Aucune coupe de ce puits n'a été conservée; l'eau au début jaillissait à la surface du sol, mais à ce jour se tient à quelques mètres sous la surface.

Dans la construction du puits, on aurait percé deux bancs de grès avant d'atteindre la source, qui est incontestablement contenue dans l'étage ledien.

L'eau du puits a une coloration brunâtre qui s'est maintenue depuis le forage du puits.

Débit. — Cette source débite, d'après M. Van Diepenbeek, environ 40 mètres cubes à l'heure.

Cette eau ne sert pas pour la brasserie, mais convient admirablement pour les chaudières, ne laissant aucun dépôt et, par suite, ne nécessitant aucun nettoyage des tubes; il paraît toutefois qu'elle attaque un peu les robinets en cuivre.

Puits de 100 mètres de profondeur.

Aucune coupe de ce puits n'a été conservée; la source rencontrée à 100 mètres de profondeur jaillit à la surface du sol et provient des sables fins ypresiens.

Pendant la première heure de pompage, cette source débite un peu de sable en suspension dans l'eau.

Débit du puits. — Cette source débite au pompage environ 10 mètres cubes à l'heure.

Un compresseur à trois atmosphères fonctionne sur le puits depuis environ quatre ans et le débit n'a point diminué.

L'eau est un peu chargée de chlorure de sodium, ce qui empêche la transformation de l'amidon en sucre et, par conséquent, cette eau ne peut convenir en aucune façon à la fabrication de la bière, mais sert comme réfrigérant.

Pour sa fabrication de bière, le brasseur est forcé de recourir à la dérivation de la Dyle.

Analyses des eaux des puits de la brasserie Van Diepenbeek.

M. Van Diepenbeek a bien voulu nous adresser une copie de l'analyse des eaux de ses puits.

Ces eaux contiennent par litre :

	Puits de 50 mètres.	Puits de 100 mètres.
Matières organiques (Kübl)	0 152	0 062
Ammoniaque	0.000	0.000
Acide nitreux	0 000	0 000
Acide nitrique	0.000	0.000
Chlore	0.042	0 135
Acide sulfurique (SO^3)	0.010	0.002
Silice (SiO^2)	0.006	0 003
Alumine (Al^2O^3)	0.002	0 000
Oxyde calcique (CaO)	0.012	0.038
» magnésique (MgO)	0.002	0 003
» sodique (Na^2O)	0.166	0.411
Dureté (Bouton et Boudet)	3°	8°

Ces résultats correspondent probablement aux sels ci-après :

Sulfate calcique	0 018	0.003
Chlorure sodique	0 070	0.222
Carbonate sodique (Na^2CO^3)	0.224	0.509
Carbonate calcique ($CaCO^3$)	0 007	0.065
Carbonate magnésique ($MgCO^3$)	0.004	0.006

L'eau de 100 mètres de profondeur a une réaction neutre, mais, après ébullition, cette réaction devient franchement alcaline.

N° 132. — Puits artésien de la blanchisserie Op de Beek, rue des Planches, n° 24, a Malines.

Foré en 1908 par M. Van Severen, de Wetteren.

On nous a renseigné ce puits lors d'une étude sur place des eaux de la ville; malheureusement, aucun échantillon n'avait été recueilli et nous avons dû nous borner à noter la profondeur et le débit du puits.

Profondeur : 100 mètres approximativement.

Débit : 25 litres par minute au jaillissement, à 1 mètre au-dessous du sol.

Il paraît qu'une nappe, rencontrée à 50 mètres de profondeur, a donné de l'eau brune.

L'eau jaillissante provient des sables ypresiens rencontrés vers 100 mètres de profondeur.

N° 133. — Puits de l'usine Dumortier, au Neckerspoel, a Malines.

Cote de l'orifice : + 6 00.

Nous avons pu retrouver la coupe suivante dans les notes de voyage de M. Mourlon concernant la planchette de Malines :

Sondage de l'usine Dumortier.

	Profondeurs.
1. Terre labourable	5.00
2. Sable gris, fin	7.00
3. Sable gris, fort	10.00
4. Idem, un peu argileux	22.00
5. Sable fort aquifère	33.00
6. Sable argileux	35.00
7. Idem	43.00
8. Pierre douce ?	43.25
9. Sable argileux avec sable mouvant aquifère	49.00
10. Argile sableuse	57.50
11. Pierre	57.75
12. Sable argileux	60.00

Nous pouvons donner l'interprétation suivante à cette coupe :

Flandrien et Campinien	de 0 à 10 mètres.
Éocène, Rupelien inférieur	de 10 à 22 —
Asschien	de 22 à 43 —
Wemmelien	de 43 à 49 —
Ledien	de 49 à 60 —

Hauteur de l'eau sous le sol : 4 mètres [1].
Diamètre du puits : 14 centimètres.
Débit par heure : 6 000 litres [1].
Couleur de l'eau : incolore.
Chlore par litre : 157 milligrammes.

---

[1] La hauteur d'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, ce chiffre étant fourni par les habitants. Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

N° 134. — Puits de la brasserie Geerts, chaussée de Bruxelles, a Malines.

Cote du terrain : + 11.80.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.
Profondeur du puits : 46 mètres.
Hauteur de l'eau sous le sol : 6 mètres [1].
Diamètre du puits : 5 à 6 centimètres.
Débit par heure : 3 000 litres [1].
Couleur de l'eau : incolore.
Degré hydrotimétrique : 10.
Chlore par litre : 17 milligrammes.

N° 135. — Puits chez M. Mertens, chaussée de Bruxelles, a Malines.

Cote de l'orifice : + 11.80.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.
Profondeur du puits : 49 mètres.
Hauteur de l'eau sous le sol : 6 mètres [1].
Diamètre du puits : 5 à 6 centimètres.
Débit par heure : 3 000 litres [1].
Couleur de l'eau : incolore.
Degré hydrotimétrique : 10.
Chlore par litre : 19 milligrammes.

N° 136. — Puits Van Breedam, boulevard des Capucines, a Malines.

Cote de l'orifice : + 6.00.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.
Profondeur du puits : 52 mètres.
Hauteur de l'eau sous le sol : 4 mètres [1].
Diamètre du puits : 6 centimètres.
Débit du puits : 4 000 litres à l'heure [1].
Couleur de l'eau : incolore.
Degré hydrotimétrique : 10.
Chlore par litre : 38 milligrammes.

---

[1] La hauteur de l'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, étant donnée par les habitants.

Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

N° 137. — Puits de la brasserie Van Breedam, au Béguinage, a Malines.

Cote de l'orifice : + 5.75.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.
Profondeur du puits : 55 mètres.
Hauteur de l'eau sous le sol : 5 mètres (1).
Diamètre du puits : 6 centimètres.
Débit par heure : 3 500 litres (1).
Couleur de l'eau : légère teinte jaunâtre.
Degré hydrotimétrique : 12.
Chlore par litre : 28 milligrammes.

N° 138. — Puits de la brasserie Versailles, située a la chaussée de Gand, près Malines.

Cote de l'orifice : + 10 20.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.
Profondeur du puits : 52 mètres.
Hauteur de l'eau sous le sol : 4 mètres (1).
Diamètre du puits : 14 mètres.
Débit par heure : 5 000 litres (1).
Couleur de l'eau : teinte brunâtre.
Degré hydrotimétrique : 8.
Chlore par litre : 20 milligrammes.

N° 139. — Puits Mutsaert, près du pont du Neckerspoel, a Malines.

Cote de l'orifice : + 8.20.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.
Profondeur du puits : 54 mètres
Hauteur de l'eau sous le sol : 6 mètres (1).
Diamètre du puits : 6 centimètres.
Débit par heure : 3 000 litres (1).
Couleur de l'eau : incolore.
Degré hydrotimétrique : 10.
Chlore par litre : 85 milligrammes.

---

(1) La hauteur d'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, étant donnée par les habitants. Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

N° 140. — Puits de la brasserie Verheyden, aux Cinq Coins, a Malines.

Cote de l'orifice : + 6.20.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.
Profondeur du puits : 58 mètres.
Hauteur de l'eau sous le sol : 3 mètres (1).
Diamètre du puits : 4 à 5 centimètres.
Débit par heure : 4 000 litres (1).
Couleur de l'eau : teinte brunâtre.
Degré hydrotimétrique : 9.
Chlore par litre : 33 milligrammes.

N° 141. — Puits de l'hospice de la rue du Bruel, a Malines.

Cote de l'orifice : + 6.00.

Nous n'avons pu obtenir aucune coupe géologique de ce puits.
Profondeur du puits : 43 mètres.
Hauteur de l'eau sous le sol : 3 mètres (1).
Diamètre du puits : 10 centimètres.
Débit par heure : 3 000 litres (1).
Couleur de l'eau : incolore.
Degré hydrotimétrique : 11.
Chlore par litre : 28 milligrammes.

N°s 142 et 143. — Puits forés a la brasserie du Winket, près de la Porte du Winket, a Malines.

Cote de l'orifice : + 9.00.

Deux puits ont été forés à la brasserie du Winket; nous n'avons malheureusement pu obtenir aucune coupe géologique de ces puits.

---

(1) La hauteur d'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, ce chiffre étant fourni par les habitants. Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

Voici les renseignements que nous avons pu obtenir concernant ces puits.

	N° 142.	N° 143.
	—	—
Profondeur du puits . . .	49 mètres.	54 mètres.
Diamètre du puits	0m05	0m06
Débit par heure (1)	5 000 litres.	4 000 litres.
Couleur de l'eau.	Teinte brunâtre.	Teinte brunâtre.
Degré hydrotimétrique. . .	7	8
Chlore, par litre	0gr023	0gr022

N° 144. — Puits de la brasserie De Cock, rue Hanswyck, a Malines.

Cote de l'orifice : + 7.50.

Nous n'avons pu obtenir aucun échantillon ni de coupe de ce puits.
Profondeur du puits : 52 mètres.
Hauteur de l'eau sous le sol : 4 mètres (1).
Diamètre du puits : 5 à 6 centimètres.
Débit par heure : 4 000 litres (1).
Couleur de l'eau : incolore.
Degré hydrotimétrique : 19.
Chlore par litre : 32 milligrammes.

N° 145. — Puits de la Glacière, rue des Juifs, a Malines.

Cote de l'orifice : + 6.20.

Nous n'avons pu obtenir aucun échantillon ni de coupe de ce puits.
Profondeur du puits : 49 mètres.
Hauteur de l'eau sous le sol : 5 mètres (1).
Diamètre du puits : 14 centimètres.
Débit par heure : 10 000? litres (1).
Couleur de l'eau : incolore.
Degré hydrotimétrique : 10.
Chlore par litre : 45 milligrammes.

---

(1) La hauteur d'affleurement de l'eau n'est qu'approximative, ce chiffre étant fourni par les habitants. Le débit est également approximatif, étant réglé d'après le diamètre des pistons des pompes.

N° 146. — Puits foré au Petit Séminaire de Malines.

Cote de l'orifice : + 8 mètres.

Nous n'avons pu obtenir que très peu de renseignements concernant ce puits; tout ce que nous savons, c'est que ce puits a été foré jusqu'à 50 ou 60 mètres de profondeur, et que l'analyse de ses eaux est la suivante :

Dureté totale (degrés Bouton et B.)	15.5
— permanente	9.0
— temporaire	6.5
Chlorures	Faibles.
Sulfates	Idem.
Nitrates	Traces.
Nitrites	Faibles traces.
Ammoniaque	Idem.
Carbonate de chaux	0.098
Chaux à l'état de sels autres que carbonates	0.034
Sels alcalins	0.318
Matières organiques (Kübel)	0gr02 par litre.
Résidu fixe	0gr54 —

Examen bactériologique : bon.

Examen de la nature des différents terrains rencontrés dans les sondages exécutés dans la ville de Malines et ses environs immédiats.

Terrains quaternaires.

Dans la série des sondages exécutés à Malines, nous voyons que le Quaternaire supérieur est simplement représenté, dans quelques cas, par des dépôts continentaux ou alluvions modernes des vallées.

Le Quaternaire inférieur ou Diluvien est représenté par le Flandrien et le Campinien.

Flandrien. — D'après les sondages, nous voyons que le Flandrien

marin est composé d'un sable assez fin, jaune ou gris jaunâtre, limoneux par endroits, quelquefois légèrement pointillé de glauconie.

Ce dépôt est d'ordinaire terminé à sa base par un petit gravier composé d'éléments très fins et qu'il est très souvent difficile de séparer des sables grossiers campiniens, sur lesquels repose le Flandrien.

L'épaisseur maximum que nous avons cru devoir assigner au Flandrien est de $5^{m}50$ et au minimum de $2^{m}60$.

Campinien. — A première vue, et dans certains sondages, on pourrait croire que c'est à tort que nous avons rangé les couches inférieures aux quatre premiers mètres dans le Campinien, mais, en y regardant de près, et surtout en examinant les sondages peu profonds exécutés par l'Administration des Chemins de fer, où les échantillons ont été recueillis tous les 50 centimètres, nous voyons qu'il existe, en général, une différence très prononcée entre les dépôts flandriens et campiniens, quoique dans quelques sondages ces deux terrains semblent passer insensiblement de l'un à l'autre.

Le Campinien, à Malines, est composé de sable quartzeux gris, quelquefois pointillé de glauconie, de sables grossiers et graveleux contenant souvent des petits cailloux de silex et de quartz roulés. Les éléments constitutifs de ces couches deviennent, en général, de plus en plus grossiers à mesure que l'on y pénètre plus profondément.

L'épaisseur maximum du Campinien dans les sondages est de $5^{m}50$ et le minimum de $3^{m}50$.

En examinant la Carte géologique de Boom-Malines, levée et tracée, en 1894, par M. M. Mourlon, on voit qu'il n'est pas fait mention dans la légende du Campinien, mais, par contre, on note dans maints endroits le terme (*Q3ms*), d'âge hesbayen; il faudra certainement, à notre avis, lors de la revision de cette planchette, mettre les couches (*Q3ms*) dans le Campinien.

D'après les nombreux sondages récents, nous pouvons presque affirmer que le limon hesbayen, ou les couches sablo-limoneuses qui se sont déposées à cette époque, ne sont pas représentées à Malines et doivent être limitées environ à la limite Sud de la planchette. M. Rutot a très justement signalé la présence du Hesbayen sur une épaisseur d'environ $4^{m}50$ à la fameuse tranchée de Hofstade, au Sud de Malines.

Nous avons à maintes reprises visité cette tranchée et y avons reconnu les couches hesbayennes; mais nous n'avons rien trouvé de semblable dans les sondages de Malines, et, jusqu'à preuve du contraire, nous pensons que les traces du Hesbayen ont disparu sur la planchette de Malines.

Terrains tertiaires.

Oligocène. — Rupelien supérieur. — Le Rupelien supérieur n'est représenté que par l'argile de Boom (*R2c*), qui n'existe pas sous la ville de Malines; on ne la voit apparaître qu'au Nord de cette ville, et nous l'avons reconnue, pour la première fois, dans le sondage n° 27, fait par l'Administration des Chemins de fer de l'État.

Rupelien inférieur (*R1b*). — C'est le premier terrain tertiaire que l'on rencontre à Malines, directement sous le Campinien; comme on a pu le voir, tous les sondages l'ont reconnu.

Le Rupelien inférieur *R1b* est composé d'un sable assez fin, très légèrement argileux, brunâtre, finement micacé et glauconifère; quelques débris de coquilles ont été rencontrés au puits de la caserne d'artillerie; ces coquilles paraissent être des *Cytherea*.

L'épaisseur maximum de ce terrain est, à Malines, de 18 mètres et le minimum de 5 mètres.

Éocène supérieur. — Étage asschien. — Comme on peut le voir par quelques-uns des sondages publiés ci-devant, nous avons pu reconnaître parfaitement le sable d'émersion *Asd* de l'étage asschien.

En examinant les échantillons classés dans *Asd*, nous voyons que dans tous les sondages cet étage commence par une couche d'argile grise, plastique, très pailletée de mica, d'une épaisseur d'environ $1^{m}50$; nous attachons une très grande importance à cette couche, car elle nous semble très constante, et nous l'avons prise comme limite de séparation entre l'Oligocène et l'Éocène, c'est-à-dire entre le Rupelien (*R1b*) et le terme asschien (*Asd*); cette couche d'argile a été rencontrée dans tous les sondages bien exécutés, autant sous la ville de Malines que dans un rayon de 10 kilomètres.

Évidemment, nous ne pouvons affirmer que cette couche d'argile appartienne plutôt à l'Asschien qu'au Rupelien, car il n'y a aucune espèce de séparation entre ces deux termes, ni aucune donnée paléontologique; toutefois, nous considérons cette argile comme un niveau constant et facile à reconnaître, et la rangeons au sommet de l'Asschien (*Asd*).

Sous cette couche d'argile apparaissent des sables gris verdâtre, demi-fins, argileux par places et finement glauconifères.

Le sondage n° 129, à Battel, a rencontré, à 32 mètres de profondeur, dans ces sables, un petit banc contenant une très grande quantité de

Nummulites qui rappellent très fortement la forme *Wemmelensis* ou *Orbignyi*.

Le sable *Asd* a une épaisseur de 13 à 15 mètres.

Nous désirons ici corriger une interprétation que nous avons donnée lors de la publication, en 1906, du puits de la caserne d'artillerie [1]. A cette époque, pour diverses raisons que nous avons énumérées et qui n'étaient basées sur aucun fait précis, nous avons cru reconnaître l'étage tongrien entre les profondeurs de $17^{m}50$ et de 32 mètres. Mais les nouveaux sondages nous ont complètement fait changer notre interprétation, et nous ne pouvons plus admettre la présence du Tongrien dans le sous-sol de Malines.

En effet, nous avons vu que le sable rupelien a une épaisseur de $15^{m}70$ au lieu de $7^{m}50$ que nous lui avions attribués dans la première interprétation du sondage de la caserne d'artillerie. Cela amène la base du Rupelien à la profondeur de $25^{m}70$; or, il est incontestable que les sables asschiens commencent à la profondeur de 27 mètres à la caserne d'artillerie, car les autres sondages avoisinants ne laissent pas de doute à ce sujet; on ne pourrait donc raisonnablement admettre que $1^{m}30$ de Tongrien, qui serait composé de cette argile grise plastique, très pailletée de mica; il n'y aurait guère que les paillettes de mica qui pourraient nous la faire admettre comme tongrienne, mais nous n'oserions pas baser une détermination sur un caractère aussi commun à tous les terrains tertiaires.

D'autre part, si l'on admettait le Tongrien, le banc à *Nummulites Wemmelensis* rencontré au sondage de Battel devrait être classé dans le Tongrien; or, à notre connaissance, ces Nummulites n'ont jamais été signalées dans ce terrain.

Sous les sables asschiens (*Asd*) vient une série d'échantillons composés d'argile grise plastique, pointillée de glauconie vers le bas, que nous n'hésitons pas à rapporter à l'argile asschienne (*Asc*).

Cette argile a une épaisseur qui varie entre 6 et 7 mètres. Sous cette argile apparaît un sable gris très glauconifère, legèrement argileux, ayant à sa base un petit gravier à éléments de quartz roulés et contenant beaucoup de débris de *Pecten* et de nombreuses *Nummulites Wemmelensis;* nous n'avons pas hésité à ranger ces couches dans la base de l'Asschien, sous la notation *Asb-a*. C'est le niveau de la bande noire.

---

[1] F. Halet, *Coupe du puits artésien de la caserne d'artillerie à Malines.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., etc., t. XX, 1906, pp. 61-69.)

Les Nummulites ont été remaniées du Wemmelien par la mer asschienne.

Éocène supérieur wemmelien. — Sous la bande noire apparaît une série de couches sableuses formées d'un sable gris assez fin, très glauconifère, légèrement argileux par places, avec très nombreuses *Nummulites Wemmelensis* et quelques débris de *Pecten*.

Ces couches, à Malines, paraissent avoir une épaisseur de 7 à 8 mètres, et nous croyons que l'on devra les ranger dans le Wemmelien, qui affleure partout au Sud de la planchette de Malines.

Éocène supérieur. — Étage ledien. — Il nous a été très difficile de marquer une limite exacte entre le Wemmelien et le Ledien sous-jacent, car nous n'avons pu, dans aucun sondage, trouver le gravier séparatif entre ces deux étages; du reste, tous les géologues du Tertiaire qui ont étudié les affleurements du Wemmelien et du Ledien savent qu'il est peu aisé de trouver ce gravier, et, à plus forte raison, nous ne devons pas nous étonner que dans les sondages ce dernier passe inaperçu.

Nous nous sommes basé sur l'apparition abondante de *Nummulites variolaria* pour commencer l'étage ledien; de plus, le sable très glauconifère du Wemmelien passe à un sable gris fin blanchâtre, très finement glauconifère, presque toujours rempli de *Nummulites variolaria*.

Le Ledien paraît avoir une épaisseur de 7 à 10 mètres à Malines.

Comme on peut le voir dans les coupes des sondages, cet étage comprend une série de grès à divers niveaux et d'épaisseurs diverses.

Éocène moyen. — Étage laekenien. — Sous le Ledien apparaît le terrain laekenien; d'après les sondages, ce terrain, sous Malines, est simplement représenté par des grès perforés et un gravier de base composé de grains de quartz roulés, de *Nummulites lævigata* et *scabra* roulées, de *Pecten* et d'*Ostrea* roulés.

Au puits de la caserne d'artillerie seulement, nous voyons une épaisseur de $2^{m}50$ de sable gris fin laekenien; nous sommes très porté à croire que ces sables sont des éboulis et que le Laekenien ne dépasserait pas la profondeur de $63^{m}55$ à ce puits.

Le Laekenien a une épaisseur, sous Malines, qui varie entre $0^{m}50$ et 2 mètres.

Éocène inférieur. — Étage paniselien. — Sous le gravier laekenien apparaît le Paniselien, dans lequel nous avons pu distinguer trois formations nettement marquées, à savoir : les termes *P1n*, *P1d-c* et *P1m*.

Cet étage débute dans tous les sondages de Malines par une argile grise plastique, avec quelques intercalations sableuses, qui représente pour nous le facies *P1n* de la légende et que nous sommes plutôt

enclin à considérer comme une argile lagunaire, car elle ne paraît pas être du tout constante dans les autres parties du pays couvertes par la mer paniselienne. Cette argile varie beaucoup d'épaisseur à des endroits très rapprochés.

Sous cette argile apparaît, sur une vingtaine de mètres, une série de couches sablo-argileuses et argilo-sableuses, de couleur gris verdâtre, contenant dans la masse quelques grès gris blanchâtre glauconifères et quelques lentilles d'argile plastique schistoïde: toutes ces couches sont le représentant du facies *P1d-c*. Sous ces dernières couches vient une série d'échantillons d'argile plastique schistoïde, que nous n'hésitons pas à classer dans le terme *P1m* de la légende. Du reste, nous tenons à le répéter encore une fois, cette argile schistoïde, d'une épaisseur de 6 à 8 mètres, existe toujours à la base de l'étage paniselien; nous ne connaissons aucun point en Belgique où cette argile n'existe pas; elle est d'une épaisseur à peu près constante et se trouve à un niveau bien déterminé. Cette argile, dans la légende officielle de la Carte, est considérée comme lagunaire ou poldérienne. Nous ne pouvons admettre cette interprétation, car cette lagune aurait dû couvrir toute la surface baignée par la mer paniselienne, et il n'y aurait alors plus lieu de la considérer comme lagunaire, mais nous pensons plutôt que le dépôt de cette argile est le résultat de l'extension des rivages de la mer à cette époque et qu'elle a été bel et bien déposée en sédimentation régulière.

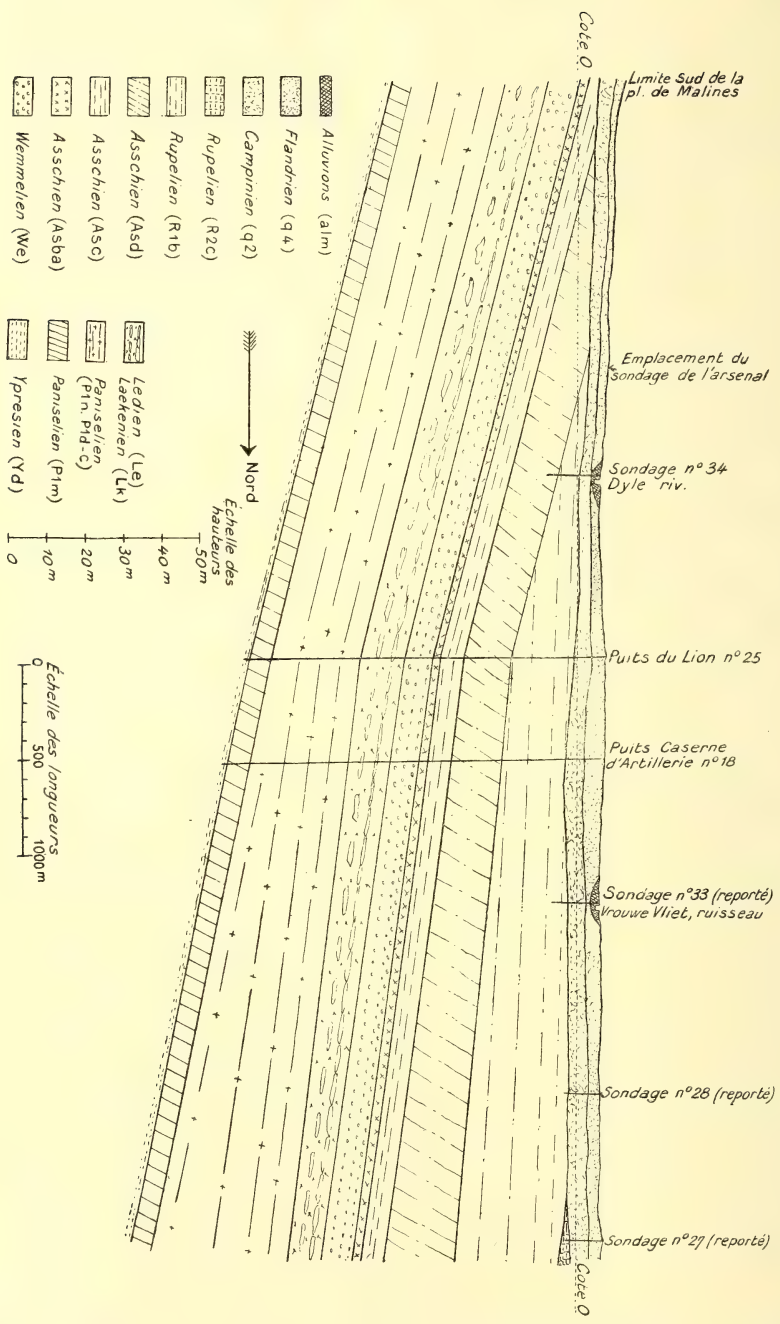
Évidemment, cette manière de voir exclurait toute émersion entre le Paniselien et l'Ypresien, et l'on serait forcé d'admettre que ces formations ont été déposées dans une mer continue; jusqu'à ce jour, toutes nos observations semblent le prouver, mais en attendant la preuve définitive, ce niveau de *P1m*, par sa constance, constitue un niveau stratigraphique et pratique d'une réelle valeur.

L'étage paniselien a une épaisseur d'environ 35 mètres à Malines

Étage ypresien. — Immédiatement sous l'argile paniselienne apparaissent des sables très fins, gris verdâtre, remplis de *Nummulites planulata*, avec lentilles argileuses et que l'on range dans l'Ypresien (*Yd*).

Tous les sondages exécutés à Malines et dont nous avons pu examiner les échantillons n'ont pas pénétré plus profondément que 5 à 6 mètres dans cette couche. Aussi, pour connaître les terrains qui suivent ces sables ypresiens, nous sommes obligé de nous adresser aux coupes problématiques des sondages de la brasserie de la Dyle, à Malines, et de l'Arsenal de construction.

D'après ces coupes, sous le sable ypresien apparaît une couche d'argile


Côte 0
Limite Sud de la pl. de Malines
Emplacement du sondage de l'arsenal
Sondage n° 34 Dyle riv.
Puits du Lion n° 25
Puits Caserne d'Artillerie n° 18
Sondage n° 33 (reporté) Vrouwe Vliet, ruisseau
Sondage n° 28 (reporté)
Sondage n° 27 (reporté)
Côte 0
Alluvions (alm)
Flandrien (q4)
Campinien (q2)
Rupelien (R2c)
Rupelien (R1b)
Asschien (Asd)
Asschien (Asc)
Asschien (Asba)
Wemmelien (We)
Ledien (Le)
Laekenien (Lk)
Panselien (P1n, P1d-c)
Panselien (P1m)
Ypresien (Yd)
Nord
Échelle des hauteurs
0
10 m
20 m
30 m
40 m
50 m
Échelle des longueurs
0
500
1000 m

ypresienne qui va jusque 201 mètres de profondeur; le Landenien s'étendrait de 201 à 220 mètres de profondeur. La craie sénonienne de 220 à 224^{m}50, et le Primaire aurait été atteint à 224^{m}50 (1).

Allure générale des terrains sous la ville de Malines.

Nous venons de passer en revue successivement la description de chacun des terrains formant le sous-sol de la ville de Malines, mais il nous a semblé utile de montrer également par une coupe l'allure générale des terrains en profondeur.

La coupe (pl. V) que nous avons choisie et dont la direction est marquée par la ligne *A B* sur le plan IV de la ville de Malines, a son origine sur le bord Sud de la planchette de Malines à l'échelle du 20 000e et nous l'avons prolongée jusqu'au hameau de Eekelenhoek, au Nord de la ville.

Cette coupe passe par les sondages n°s 34, 35, 18, 33, 28 et 27, et montre l'allure des terrains depuis la surface du sol jusqu'à la profondeur de 100 mètres.

Cette coupe a une direction approximative du Nord au Sud (2).

Cette coupe montre que tous les terrains tertiaires plongent régulièrement vers le Nord de la Belgique; cette allure se confirme pleinement à Contich, à Anvers et en Hollande, où de nombreux sondages, dont plusieurs sont déjà publiés, ont rencontré les mêmes terrains qu'à Malines à des profondeurs correspondant à la pente régulière des terrains vers le Nord.

Cette coupe montre également que la pente des terrains diminue à partir du sondage n° 25 dans la direction du Sud ; si les terrains en profondeur suivent la même allure, ce qui est probable, on s'explique plus aisément le relèvement du Primaire admis par M. Rutot au sondage de l'Arsenal.

En effet, au sondage de Malines, le Primaire aurait été rencontré à

---

(1) Une carte nouvelle de l'allure du Primaire en Belgique, que nous venons de terminer, montre qu'il est bien peu probable que le Primaire ait été atteint à la profondeur de 224^{m}50 à Malines.

(2) La direction véritable est Nord 15° Ouest.

une profondeur de — 216^{m}5; or, à Bruxelles (usine à gaz), la cote du Primaire est à — 89 mètres; au nouveau sondage de l'usine de produits chimiques de M. Humbert, à l'Est de Vilvorde, le Primaire a été rencontré à la cote — 161.30, ce qui fait une pente du toit du Primaire entre Bruxelles et Vilvorde de 9^{m}9 par kilomètre, tandis qu'entre Vilvorde et Malines la pente du toit du Primaire ne serait plus que de 5^{m}2 par kilomètre.

II. — Débit et qualité des eaux des diverses nappes aquifères du sous-sol de Malines.

Avant d'entreprendre l'examen des nappes d'eaux souterraines, nous dirons un mot des eaux superficielles.

La population de la ville de Malines n'a à sa disposition, comme eaux superficielles, que les eaux de la Dyle ou de puits domestiques.

Les eaux de la Dyle sont franchement mauvaises; les eaux des puits domestiques sont abondantes, et dans toute la basse ville elles sont également impotables.

Tous les puits domestiques prennent leurs eaux dans les alluvions modernes ou dans les sables flandriens et campiniens.

D'après M. l'ingénieur André, membre du Conseil supérieur d'Hygiène, les eaux de ces puits domestiques, qui ont une profondeur variant entre 3 à 5 mètres, sont généralement mauvaises ou médiocres et exposées à des infiltrations provenant de la rivière ou des latrines.

Nous pourrions extraire du rapport de M. André une analyse moyenne des eaux des puits domestiques [1] :

Résidu à 110°	0^{gr}880	par litre.
Matières organiques	0^{gr}010 à 0^{gr}070	»
Ammoniaque	0 ou présence	
Acide azoteux	0 ou »	
Acide azotique	traces à 0^{gr}032	»
Chlore	0^{gr}110	»
Acide sulfurique	0^{gr}200	»
Hydrogène sulfuré	0	»
Dureté	30° à 80°	

---

[1] J.-B. André, *Enquête sur les eaux alimentaires*, 1902 (Première partie, p. 340).

Nous allons examiner maintenant en détail chaque nappe aquifère et la qualité des eaux de ces nappes. Nous avons fait suivre la coupe de chaque puits du débit et de l'analyse des eaux, le cas échéant; nous ne répéterons donc point ces données, mais nous voulons maintenant envisager et condenser les particularités de chaque nappe souterraine.

Dans notre travail intitulé : *Coupe du puits artésien de la caserne d'artillerie à Malines* (1), nous avons admis trois nappes aquifères importantes :

Une première nappe vers la profondeur de 45 mètres, dans les sables et les grès lediens;

Une deuxième nappe vers la profondeur de 90 mètres, dans le sable fin ypresien;

Une troisième nappe dans le sable landenien, au puits de l'Arsenal.

En ce qui concerne les deux dernières nappes, nous n'avons rien à changer à notre texte primitif, mais pour la nappe ledienne nous avons un certain nombre de faits nouveaux à constater.

Nous allons examiner en détail chacune de ces nappes.

Nappe ledienne. — Dans notre paragraphe relatif à la nature des différents terrains rencontrés dans les sondages exécutés sous la ville de Malines, nous avons fait observer que cet étage comprend une série de grès à divers niveaux. Ce qui est remarquable, c'est que l'on rencontre des eaux de nature différente et de niveaux hydrostatiques différents suivant que l'on perce un ou plusieurs de ces grès.

Il y a une très grande difficulté à résoudre la question de ces niveaux d'eau et de leur correspondance à tel ou tel grès, car les sondeurs y ont rarement fait attention, se contentant la plupart du temps de s'arrêter lorsque la quantité d'eau obtenue était suffisante.

Nous avons dressé le tableau ci-après qui donne les profondeurs auxquelles les grès ont été relevés dans quelques puits et la nature des eaux obtenues sous chaque grès quand nous avons pu obtenir des renseignements; il est bien entendu que nous n'envisageons que les couches comprises entre 35 et 60 mètres de profondeur, c'est-à-dire les sables wemmeliens, lediens et laekeniens.

D'après ce tableau, on voit que tous les puits profonds ont traversé de quatre à six grès entre les profondeurs de 40 et 65 mètres, et que les eaux sont différentes d'après les profondeurs des puits.

---

(1) F. Halet, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XX, 1906, pp. 61, 63.

PUITS FORÉS.	Profondeur du 1er grès.	Profondeur du 2e grès.	Profondeur du 3e grès.	Profondeur du 4e grès.	Profondeur du 5e grès.	SOURCES RENCONTRÉES.	NIVEAU DE L'EAU.	NATURE DE L'EAU.
Brasserie de la Dyle .	Vers 38 à 40 m	—	—	—	—	Une source vers 38 à 40 mètres.	—	—
Caserne d'artillerie .	55m80	60m90	62m50	63m40	—	Une source entre 55 et 60 mètres.	—	Eau brunâtre.
Puits Janssens . . .	53.00	53 85	—	—	—	Source vers 53 mètres.	3m00 sous le sol.	Usage industriel.
Puits Coenen . . .	44 65	45.10	—	—	—	Une source sous le 2e grès.	1.50 id.	Id.
Puits Adriansens . .	42.00	—	—	—	—	Une source sous le 1er grès.	4.00 id.	Eau brunâtre.
Puits du « Soleil ». .	59 80	61.40	62.45	63.70	64m70	Une source sous le 3e grès.	3.00 id.	Eau très claire.
Magasin central . .	47.30	50.60	—	—	—	Source employée au-dessus du 1er grès.	8 50 id.	Eau potable.
Conserves « Le Lion ».	53.50	55.00	58.70	60.50	—	Une source sous le 4e grès.	6.00 id.	Eau claire.
Puits Empain (Battel).	54.30	56.70	58.50	60.00	62.35	On n'a pas annoté le niveau de la source.	—	—
Hôpital militaire . .	52.50	53.70	54.80	56.70	58.70 et 61.00	Source vers 52 mètres de profondeur.	9m40 sous le sol.	Eau claire.
						Source entre 52 et 66 mètres.	6m50	Eau jaunâtre.

On peut voir par les analyses des eaux des nombreux puits de Malines qu'un grand nombre de ceux-ci ont donné des eaux d'une couleur brunâtre, mais qu'il en est quelques-uns qui ont donné des eaux claires; nous avons voulu éclaircir ce problème et en chercher les raisons.

La chose est très difficile à cause du peu de soin qu'ont apporté les sondeurs à noter les niveaux des grès et la nature de l'eau obtenue sous chaque grès.

Grâce aux soins méticuleux apportés par M. le major du génie Trocmez et MM. les adjoints du génie Loral et Van Hamme, dans le creusement des puits de l'hôpital militaire et de la caserne d'artillerie, nous avons pu recueillir des renseignements assez précis qui nous ont permis d'observer que la présence de ces grès dans les étages ledien et laekenien a donné naissance à des nappes aquifères qui nous paraissent indépendantes les unes des autres, et nous sommes tenté de croire que l'on peut distinguer trois niveaux aquifères bien nets dans ces couches :

1° Un niveau aquifère peu abondant dans les sables wemmeliens au-dessus du premier grès;

2° Un niveau aquifère sous le premier grès et entre le premier grès et le troisième, et qui donne des eaux d'une couleur brunâtre;

3° Un niveau aquifère sous le troisième grès et qui est retenu par l'argile du sommet du Paniselien et donnerait une eau claire.

Il faut en déduire que le premier et le troisième grès sont continus et séparent nettement des sources d'eaux distinctes. Évidemment nous ne pourrions avancer ces faits sans preuves à l'appui.

Pour prouver l'existence d'une source au-dessus du premier grès, nous n'avons qu'à examiner la coupe du sondage de l'hôpital militaire, n° 130.

Le premier grès a été rencontré à $52^{m}50$ de profondeur et le niveau de l'eau a été noté à la profondeur de 52 mètres; il a été constaté qu'à cette profondeur l'eau se tenait à $9^{m}40$ sous la surface du sol. Le débit n'a malheureusement pas été observé à cette profondeur, mais à 66 mètres de profondeur on a constaté que le niveau de l'eau se tenait à $6^{m}50$ sous le sol et l'existence d'une source débitant 7 200 litres à l'heure.

Cette source se trouve sous le cinquième grès; il est donc incontestable qu'il existe deux sources distinctes, une au-dessus du premier grès et une seconde plus bas.

Le puits exécuté au magasin central des Postes et Télégraphes, n° 24, puiserait ses eaux au-dessus du premier grès, mais le débit serait assez faible et le puits aurait tendance à s'ensabler. C'est le seul puits que nous connaissions à Malines qui prenne ses eaux à ce niveau; il en existe probablement d'autres, mais nous n'avons pu obtenir aucun détail précis à ce sujet.

Nous pouvons donc admettre jusqu'à preuve du contraire qu'il existe à Malines une source d'eau au-dessus du premier grès, dans les sables que nous avons considérés dans nos coupes comme *wemmeliens*.

Quant à la nature de ces eaux, nous renvoyons le lecteur à la coupe du puits n° 24 du magasin central, que nous avons fait suivre d'une analyse chimique; ces eaux sont parfaitement claires et ont été reconnues potables.

Ayant prouvé l'existence d'une source wemmelienne, examinons ce qui se passe au-dessous du premier grès rencontré à Malines. En examinant le tableau page 104, on voit que les sources rencontrées sous le premier et le deuxième grès donnent toutes des eaux brunes ou jaunâtres.

D'autre part, les sources constatées sous le troisième grès ont donné une eau parfaitement claire, notamment à la fabrique de conserves « Le Soleil » et à la fabrique de conserves « Le Lion ». Voici quelques renseignements au point de vue du puits de la fabrique de conserves « Le Lion », n° 25.

A la suite d'un pompage effectué en dessous du quatrième grès, au moyen d'un compresseur, l'eau est venue en telle abondance que le niveau, après deux heures de pompage à raison de 10 mètres cubes à l'heure, n'était descendu qu'à 11 mètres sous le sol, de 6 mètres qu'il était au repos.

L'essai de pompage a été continué pendant trois jours et trois nuits à raison de 10 mètres cubes à l'heure, sans que l'on ait constaté la moindre trace d'eau jaunâtre ou brunâtre, quoique le puits n'ait pas été cimenté.

Un fait très curieux consiste en ce que, ce puits ayant été approfondi jusqu'à la nappe ypresienne, vers 100 mètres de profondeur, des eaux brun foncé ont fait leur apparition lors des essais de pompage sur cette nappe. Nous pensons que ces eaux brunes proviennent du niveau sous le premier grès et que, par suite des travaux de fonçage, il y aura eu infiltration de ces eaux.

Voici quelques résultats comparatifs tirés de l'examen de trois échantillons d'eaux de puits différents :

ÉCHANTILLONS D'EAUX DE PUITS.	Degré hydrotimétrique.	Chlore.	Matières organiques quand les eaux ne sont pas encore brunes.	Matières organiques lorsque les eaux sont devenues brunes.
		Milligr.	Milligr.	Milligr.
Eaux sous le 1er grès, se colorant en brunâtre après quelques jours. Échantillon pris dans un puits de la ville de Malines	10	30	25	150
Eaux sous le 3e grès. Eaux claires :				
a Fabrique de conserves « Le Soleil ».	13	260	11	Eaux claires.
b) Fabrique de conserves « Le Lion ».	12	130	Pas fait à cause de la malpropreté des tuyaux.	Eaux claires.

On voit par ce tableau que les eaux de ces deux nappes sont bien différentes; nous pouvons également faire remarquer que le pompage au compresseur active la venue de l'eau brune, car dans deux puits à Malines où l'on puisait les eaux à la pompe ordinaire, les eaux sont restées incolores, mais dès que l'on a installé un compresseur, les eaux sont d'abord devenues jaunâtres, puis brun foncé.

Mais à la fabrique « Le Soleil », on travaille au compresseur depuis l'année 1904, et l'eau est toujours restée claire. On ne peut cependant avancer que ces eaux brunes sont localisées sous la ville de Malines, puisqu'au même niveau on les a rencontrées à Boom, à Saint-Bernard, à Willebroeck, etc.

On n'a malheureusement pas relevé pour un même puits le niveau des eaux sous le premier grès et le niveau de l'eau sous le troisième grès, mais on a constaté des différences notables dans la qualité de l'eau.

Tous ces résultats nous font croire à la continuité d'au moins deux bancs de grès dans l'étage ledien, c'est-à-dire le premier grès et le troisième. Le premier et le deuxième grès sont souvent séparés par une couche sableuse, mais dans certains sondages ces grès reposent l'un sur l'autre sans interposition de sable. Il est incontestable que

c'est entre le premier et le troisième grès que se trouve la source donnant une eau brunâtre.

Ces eaux brunâtres sont déjà bien connues des géologues et hydrologues, et, dans un grand nombre de puits artésiens déjà publiés, divers auteurs ont signalé la présence à différents niveaux de ces eaux brunâtres.

Dans un travail fort intéressant publié dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie* (t. III, p. 239), C. Klement a fait une étude très détaillée sur la nature et l'origine de ces eaux brunâtres dans deux puits artésiens à Willebroeck.

Ces eaux brunâtres furent rencontrées vers le même niveau à Willebroeck que celles de Malines; malheureusement aucun échantillon des terrains traversés n'a été conservé, et l'on ne peut donc savoir au juste entre quelles couches géologiques ces eaux brunâtres ont été rencontrées.

Dans tous les cas, Klement a prouvé dans son travail que cette coloration de l'eau est due à l'acide apocrénique et que cet acide provient surtout de décomposition végétale.

Au point de vue alimentaire, nous croyons utile de rappeler ce qu'en dit C. Klement dans son travail précité :

« On peut se demander si l'eau brune de l'établissement De Naeyer n'est pas insalubre à cause de son haut degré d'oxydabilité. Pour résoudre cette question, il faut bien se rendre compte des motifs qui ont conduit les hygiénistes à condamner les eaux dont la teneur en matières organiques dépasse certaines limites, d'ailleurs encore fort contestées. Ce n'est certainement pas la quantité seule de ces matières qu'on doit considérer, mais ce sont bien les qualités de ces substances qu'il faudrait connaître pour décider dans chaque cas la question. Or ces qualités étant le plus souvent inconnues, on a dû avoir recours à des moyens indirects pour l'apprécier; tel est le degré d'oxydabilité.

» Les substances nuisibles entre toutes sont les produits de décomposition animale et les petits organismes (bactéries) qui les accompagnent régulièrement, et c'est à juste titre qu'on attribue à ces produits une très grande force de réduction. Partout donc où l'on trouvera, dans les conditions ordinaires, des eaux possédant un haut degré d'oxydabilité, on les condamnera toujours pour autant que la présence des dites substances n'est pas absolument exclue. Dans notre cas, nous connaissons d'abord la nature de la substance réductrice, l'acide apocrénique; ensuite, le reste des substances organiques de matière inconnue ne montre plus rien d'anormal; enfin cette eau provient de couches géologiques où la présence de produits de décomposition ani-

male est peu probable. Comme il n'y a pas lieu d'attribuer à l'acide apocrénique des propriétés malsaines, du moins pour les quantités dont il s'agit, — à preuve la source suédoise dans laquelle Berzelius a trouvé 0gr0525 d'acide crénique et apocrénique par litre, — je crois pouvoir résoudre la question posée plus haut par la négative, en disant que cette *eau brune* ne contient pas de substances organiques nuisibles à la santé. »

Nous pensons que beaucoup des eaux de Malines reconnues impotables l'ont été par suite de la teneur élevée en matières organiques provenant de l'acide apocrénique.

Dans les analyses que nous avons données à la suite des sondages, nous n'avons pas renseigné pour un grand nombre de puits les résultats complets de l'analyse; nous nous sommes borné à n'indiquer que quelques éléments de ces analyses, et cela dans le but de ne point nuire à certains intérêts privés.

On peut remarquer que les eaux prises sous le troisième grès contiennent une quantité de chlore beaucoup plus élevée que celles prises sous le premier grès.

Conclusions. — De l'état actuel des connaissances et des rares documents précis que l'on possède sur les puits de la ville de Malines, il semble ressortir néanmoins que l'on se trouve devant un problème partiellement résolu, en ce sens que nous sommes porté à admettre deux nappes distinctes dans l'étage ledien :

1° Celle sous le premier grès;

2° Celle sous le troisième grès.

Le débit de ces nappes varie entre 3 et 10 mètres cubes à l'heure.

Nous espérons pouvoir, lors de la construction de nouveaux puits, contrôler définitivement notre manière de voir. Nous devons toutefois ajouter que la tâche ne sera pas aisée, car il est fort difficile de percer une série de grès très durs sans une certaine infiltration des eaux entre ces grès; ensuite il est très difficile de boucher hermétiquement l'espace entre les tubes et la surface des grès. Quant à la coloration des eaux, on en connaît la nature, mais dans toute notre étude nous n'avons pas trouvé de traces de substances végétales qui pourraient donner naissance à cette coloration.

Nappe ypresienne. — La nappe ypresienne se rencontre à Malines entre 93 et 100 mètres de profondeur, et donne une eau qui jaillit à quelques mètres au-dessus du sol.

Cette source peut donner un maximum de 7 à 10 mètres cubes à l'heure au compresseur à vapeur.

Le débit de cette source diminue lors du pompage dans les puits avoisinants et puisant les eaux à la même nappe. Si l'on dépasse cette quantité, l'eau est chargée de sable fin.

D'après les analyses, on voit que cette eau, après ébullition, a une réaction franchement alcaline et que son degré hydrotimétique est excessivement bas, variant entre 2 et 6.

Dans tous les puits, cette eau a été reconnue très potable; elle ne convient pas à la fabrication de la bière, à cause de sa teneur en chlorure de sodium; elle convient admirablement pour la cuisson des légumes et le lavage, à cause de son degré hydrotimétique si peu élevé.

Cette eau a un goût agréable, légèrement alcalin, et une teinte légèrement blanchâtre.

On pourra se rendre compte, par les analyses qui suivent les coupes de sondages, de la teneur exacte de cette eau dans les différentes substances que l'on a l'habitude de rechercher.

Sources rencontrées a une profondeur supérieure a 100 mètres.

Dans le travail de M. Rutot : *Le nouveau puits artésien à l'Arsenal de Malines* (1), nous trouvons indiquées une série de sources à partir de la profondeur de 121 mètres.

Afin de rendre notre travail aussi complet que possible, nous croyons utile de reproduire le passage suivant du travail de M. Rutot :

« La première venue d'eau signalée a été rencontrée à la profondeur de 121^{m}50, donc immédiatement sous la deuxième couche fossilifère de l'Ypresien, constituant un niveau dur, non boulant.

» Cette eau, que l'on pouvait pomper en « quantité suffisante », fut analysée; elle donna par litre :

Degré hydrotimétrique.	3
Matières organiques.	0^{gr}0384
Carbonate de soude.	0^{gr}320

» Vu la teneur en carbonate de soude, il fut jugé que cette eau était à déconseiller pour l'alimentation. On se décida à creuser plus profondément; à 142 mètres, un sable vert fournit une venue d'eau fortement chargée d'oxyde de fer et qu'on ne put obtenir claire.

» A 180 mètres, nouvelle venue d'eau jaillissante qui s'élève jusque

(1) A. Rutot, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XV, pp. 97-100.

11m20 au-dessus du sol, avec un débit constant d'environ 50 litres par minute.

» Après repos, l'eau fut analysée ; elle donna :

Degré hydrotimétrique.	4
Matières organiques.	0gr0412
Aspect trouble.	

» Cette eau fut donc jugée convenable au point de vue hygiénique, mais les tuyaux de plomb devaient être écartés pour les conduites.

» Les travaux ayant été interrompus, des éboulements souterrains se produisirent et l'eau devint constamment trouble et chargée de sable.

» Après repos, une nouvelle analyse fut faite, et cette fois les résultats furent les suivants :

Degré hydrotimétrique	1.5
Matières organiques.	0gr0137
Carbonate de soude.	0gr244
Aspect fort trouble.	

» En raison de la quantité de carbonate de soude, l'eau qui était primitivement potable ne l'était plus.

» Après repos, la même eau, analysée dans un laboratoire particulier, change encore une fois de nature :

Degré hydrotimétrique.	2.5
Réaction légèrement alcaline.	
Présence d'ammoniaque.	
Présence de magnésie.	
Présence de sulfate.	
Assez bien de carbonate.	
Beaucoup de chlorures.	
Présence de matières organiques.	

» L'eau fut de nouveau condamnée comme non potable. C'est pour cette raison que l'on a approfondi le puits.

» Dans la fissure du Primaire tapissée de sulfure métallique, de l'eau jaillissante a encore été rencontrée, mais son goût était ferrugineux. »

Conclusions générales.

1° Dans le sous-sol de la ville de Malines, on peut trouver une eau potable en petite quantité, vers 40 à 50 mètres de profondeur, au-dessus du premier grès ledien ;

2° Une eau industrielle sous le premier grès, vers 50 mètres de profondeur, mais de couleur légèrement jaunâtre et devenant brunâtre par pompage à débit abondant;

3° Il est probable qu'il existe une nappe d'eau claire et abondante vers 60 mètres de profondeur, sous le troisième grès, mais il est difficile de séparer cette nappe de celle qui donne de l'eau brunâtre;

4° Une eau jaillissante et potable vers 90 à 100 mètres de profondeur dont le débit varie entre 8 et 10 mètres cubes à l'heure au compresseur. On ne peut espérer dépasser ce débit, car l'eau entraîne du sable fin du moment que l'on force le débit.

Remarque. — Il ressort nettement de ces conclusions que l'on ne peut pas espérer trouver dans le sous-sol de Malines une eau en quantité nécessaire pour alimenter une distribution d'eau pour la ville, et que cette dernière sera obligée de recourir, pour son eau potable, à l'un des nombreux projets qui ont été présentés et qui préconisent tous la captation et l'amenée d'eaux situées à des distances plus ou moins grandes de la ville de Malines.

III. — Détails techniques concernant le creusement des puits tubés à Malines.

Le plus grand nombre des puits de Malines ont été creusés par le système à injection d'eau; c'est à cause de ce système que l'on a recueilli si peu de renseignements sur les terrains traversés par ces forages.

Il n'y a guère que cinq puits qui, à notre connaissance, aient été forés à sec, et cela dans les dernières années.

Ce sont les puits de la caserne d'artillerie, celui de l'hôpital militaire, le puits de la propriété Empain, à Battel, le puits de la fabrique de conserves « Le Lion » et celui du « Soleil ».

Tous ces puits ont été forés par les mêmes sondeurs, MM. Detroye frères, de Bruxelles. Nous ne voulons point laisser passer l'occasion sans les remercier des belles collections d'échantillons qu'ils nous ont toujours réservées dans tous leurs travaux et de l'empressement qu'ils ont toujours eu à nous fournir les renseignements en leur possession.

Ces puits précités ont tous été exécutés de la même façon, c'est-à-dire à

sec ; aussi tous les échantillons de ces puits nous ont été envoyés en très bon état et, en comparant les diverses coupes, nous avons pu nous rendre très bien compte de l'allure des différentes couches géologiques sous la ville de Malines.

Le premier des puits construits à sec fut celui de la caserne d'artillerie en 1906 ; aussi, lors de sa construction, il surgit quelques difficultés, surtout en ce qui concerne la séparation par le cimentage des différentes nappes d'eaux qui y furent rencontrées. Nous croyons intéressant de donner quelques détails techniques concernant les opérations de forage de ce puits.

Diamètre des tubages. — Pour le forage du puits de la caserne d'artillerie, on a commencé par creuser un faux puits de $1^{m}50$ de diamètre et de $1^{m}20$ de profondeur.

Les parois de ce faux puits furent garnies d'un blindage en voliges maintenues par des cerclages en fer.

C'est au fond de ce faux puits que fut commencé le fonçage des tubes.

Les tubes employés étaient reliés entre eux par des rivets [1].

Le premier tubage avait un diamètre de $0^{m}42$ et fut arrêté à 28 mètres de profondeur, c'est-à-dire dans la petite bande d'argile qui couronne l'étage asschien.

Ce premier tubage sépare hermétiquement la nappe aquifère superficielle.

Un second tube de $0^{m}36$ de diamètre a été arrêté à la cote — 49.10, soit à $55^{m}10$ de profondeur, à la partie supérieure du grès ledien.

Ce tube aurait dû descendre à 68 mètres de profondeur dans l'argile paniselienne supérieure, afin de couper la nappe des eaux lediennes, mais il n'y a pas eu moyen de passer le grès ledien avec le matériel dont disposait l'entrepreneur. Du reste, ces grès lediens sont extrêmement durs et donnent presque toujours de grandes difficultés aux sondeurs et les obligent à diminuer le diamètre.

Une troisième colonne de tubes de $0^{m}28$ de diamètre a donc été placée jusqu'à la profondeur de 68 mètres sous le sol ; ce tube devait avoir pour effet de couper la communication aux eaux du Wemmelien et du

---

[1] Nous déconseillons fortement l'emploi de ces tubes dans les forages des puits artésiens comme ceux de Malines, où l'on est obligé de séparer hermétiquement des nappes aquifères différentes : les joints ne sont pas hermétiques, les rivets sautent facilement et il se produit des entrées d'eaux qu'il est très difficile de boucher quand le puits est achevé. Nous conseillons l'usage exclusif des tubes étirés.

Ledien, mais, comme nous le verrons plus loin, cette colonne ne les arrêta point et des eaux apparurent au fond du puits au moment des essais de pompage.

Enfin, une quatrième colonne de 0^m20 de diamètre, ayant toute la hauteur du puits, c'est-à-dire 98^m80, fut arrêtée dans les sables ypresiens.

Essais de pompage. — Lorsque le puits était arrivé à la profondeur de 98^m80, afin de se réserver le moyen d'approfondir le puits si les résultats du pompage étaient défavorables, la formation d'une poche dans les sables ypresiens a été tentée avant d'effectuer le cimentage des intervalles annulaires entre les tuyaux.

Ces pompages ont duré huit jours, à raison de huit heures de pompage par jour au moyen d'un compresseur.

Le tuyau d'aspiration employé avait 0^m065 de diamètre intérieur et 0^m075 extérieur; le tuyau du compresseur avait 0^m020 de diamètre intérieur et 0^m026 extérieur.

Les premiers jours de pompage donnèrent une eau boueuse, très chargée de sable vert très fin; dès le sixième jour, vers la fin de chaque journée, la proportion de sable entraîné diminuait fortement et l'eau extraite se colorait en brun, la couleur se fonçant au fur et à mesure de la diminution graduelle du sable que l'eau contenait. Cette coloration brune provenait évidemment d'une infiltration des eaux supérieures lediennes, par suite d'un manque d'étanchéité dans les tuyaux rivés, et par suite des dépressions produites par les pompages ; on ne pouvait l'expliquer autrement, car on n'a jamais, en Belgique, reconnu de traces d'acide apocrénique dans les eaux de l'étage ypresien.

Cette infiltration des eaux brunes étant reconnue, on procéda au cimentage du puits.

Cimentage. — Les entrepreneurs furent laissés libres d'employer leur procédé habituel; le cimentage a été fait simultanément pour les trois anneaux concentriques.

Un sac de ciment pur fut déversé à sec dans l'intervalle entre les tuyaux de 0^m28 et 0^m20 de diamètre; tous les intervalles furent ensuite remplis au moyen d'un mélange immergé à sec, composé de deux parties de ciment pour une partie de sable.

L'opération fut terminée en quatre jours, les deux derniers jours étant surtout employés à combler les vides qui provenaient probablement de fuites de ciment à travers les tuyaux.

Dès le deuxième jour de cimentage, le niveau de l'eau se releva dans

le puits artésien, on riva sur le tube interne un bout de tuyau dépassant le sol de $1^{m}35$; ce tuyau fut rendu étanche par une enveloppe de ciment.

Le jour même du cimentage, l'eau artésienne se déversait par-dessus le tuyau additionnel.

Le débit en ce moment était d'environ 125 litres à l'heure, l'eau fournie était très claire et donnait à l'analyse les résultats suivants :

Acide nitreux	0	
Ammoniaque	0	
Matières organiques . .	40	milligrammes par litre.
Chlore	150	—
Degré hydrotimétrique. .	7	

Huit jours après le cimentage, les essais de pompage furent repris. Le premier jour, l'eau était très chargée de sable; dès le lendemain, on remarqua que l'eau, claire pendant une ou deux minutes au début de l'exhaure, devenait laiteuse pendant cinq à six minutes, puis prenait une coloration légèrement brunâtre allant s'accentuant pendant trois ou quatre heures; le sable extrait diminuait au fur et à mesure qu'apparaissait et se renforçait la coloration brune.

Au cours de cette deuxième série de pompages, il fut remarqué que l'eau subissait de plus grandes dénivellations pour un débit moindre et qu'après la première journée, l'eau qui avait été jaillissante se tenait à une hauteur variant de 3 à 2 mètres sous l'orifice du puits.

L'ensemble de ces phénomènes s'expliquait par une infiltration nouvelle de la source brune ledienne provenant probablement d'un défaut partiel dans le cimentage, le pompage ayant sans doute aggravé ce défaut.

Une analyse chimique avait d'ailleurs attribué la coloration brune de l'eau à *la même origine* que celle de la source ledienne.

La première chose à faire fut de vérifier si réellement il y avait un défaut de cimentage; la série d'expériences suivantes furent exécutées à cet effet :

1° Essais de pompage à débit réduit.

a) Au moyen du compresseur d'air.

Des essais de pompage à faible débit pouvaient faire espérer que l'eau ypresienne seule alimenterait le puits, mais malgré un débit qui n'était que de $4,4^{m3}$ à l'heure (minimum de débit au compresseur, l'eau du puits se tenait à 12 mètres sous le sol), l'eau extraite restait de coloration brune et n'était pas chargée de sable.

Au cours de l'expérience, le débit fut porté brusquement de 4,4^{m3} à 9,7^{m3} à l'heure : le niveau artésien baissa de 9 mètres à 13^{m}5 sous l'about du tuyau de 0^{m}20 de diamètre, soit de la cote — 2^{m}30 à la cote — 8^{m}80.

L'eau se chargea de sable vert et fut d'une coloration sensiblement moins brune : c'était une première confirmation de l'hypothèse de deux sources alimentant le puits et de niveaux piézométriques différents.

Les sables verts provenaient selon toute probabilité de la nappe ypresienne, mais il était impossible de préciser exactement le niveau de la source d'eau brune, le puits étant achevé.

Les essais de pompage furent abandonnés pendant quelques jours et l'eau remonta jusqu'au niveau de 1^{m}07 sous le sol; ce fait confirmait encore que le pompage avait eu pour résultat de faciliter l'écoulement de l'eau ypresienne dans la nappe ledienne.

Une deuxième expérience fut tentée au moyen d'une pompe à main.

Une pompe à main, installée dans le puits, fit descendre le niveau à 4^{m}50 sous le sol; l'eau obtenue dans ces conditions était d'un brun moins accentué que précédemment (débit : 0,6^{m3} à l'heure). Ce fait confirmait encore l'hypothèse de deux sources ayant des niveaux piézométriques différents.

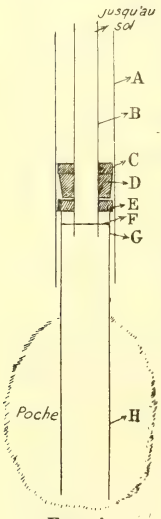


Fig. 1.

Une troisième expérience fut faite : un tuyau de 6 centimètres de diamètre fut descendu le 20 mars jusque dans la poche ypresienne cote —92.3; dans ce tuyau, une petite pompe à bras aspira 0^{m3}600 à l'heure; l'eau obtenue, d'abord limpide, passa ensuite à la teinte opale, puis se chargea de sable fin, tout en restant exempte de coloration brune. Ce fait permettait de dire que la nappe ypresienne était incolore, que seule la nappe supérieure était brune et qu'il y avait écoulement certain de la nappe ypresienne dans la nappe ledienne.

Une quatrième expérience a été faite au moyen d'un compresseur, afin de confirmer la précédente et de s'assurer s'il n'y avait pas de communication des nappes par la surface extérieure des tuyaux.

Le schéma ci-contre (fig. 1) montre l'installation. Elle se compose d'un filtre reposant sur le terrain de la poche ; ce filtre est terminé, à sa partie supérieure, par un collet portant un caoutchouc percé. Le tuyau d'aspiration traverse le caoutchouc et un dispositif de coulisse relie le tuyau d'aspiration au filtre, tout en lui

permettant de se déplacer de 10 centimètres environ; le tuyau d'aspiration porte également un collet; lorsque le dispositif installé est abandonné à lui-même, le poids du tuyau d'aspiration porte sur le filtre par l'intermédiaire du caoutchouc, ce dernier est comprimé et obture le puits. Le tuyau du compresseur ayant été installé dans le tuyau d'aspiration, l'eau débitée fut d'abord limpide, puis opaline, puis se chargea fortement de sable ; la proportion de sable alla ensuite en forte diminution, si bien qu'à la fin de la journée elle était insignifiante.

Pendant tout le temps de l'expérience, l'eau est restée à peu près stationnaire dans l'intervalle annulaire cote + 3.70 (niveau sous le sol : 2.95).

Ce résultat confirmait entièrement l'hypothèse d'une fissure dans le cimentage au niveau de la nappe aquifère ledienne. Pour le prouver, il devait être possible de pomper de façon continue une eau brune du vide annulaire extérieur au tuyau d'aspiration.

Une pompe à main, dont le tuyau ne plongeait que de 0^m30 dans l'eau, fut installée dans le vide annulaire; il fut possible, au moyen de cette pompe, d'extraire plus de 50 litres en moins d'une demi-heure; or, si l'intervalle annulaire avait été étanche, on aurait seulement pu retirer 12 litres d'eau.

Comme seconde vérification, le vide annulaire fut rempli au moyen de l'eau extraite par le compresseur; l'opération dura environ cinq minutes et prouva que l'eau avait un écoulement dans le sol. Le niveau supérieur du tuyau ayant été atteint, les dénivellations furent notées en fonction du temps; cette recherche ne pourrait se faire avec quelque certitude que dans la partie supérieure d'un tube où les observations pourraient se faire à l'œil, mais vu la rapidité du phénomène, les erreurs d'observation peuvent être considérables. Ces résultats permirent de déterminer par le calcul l'ordre de grandeur des fissures du cimentage.

A la suite de ces recherches, il était clair que le premier cimentage n'avait pas réussi, et il fallut à tout prix couper la veine d'eau du Ledien.

Une réduction du diamètre s'imposait, et il fallut recourir à un nouveau tubage en fer étiré.

Le diamètre du tubage en fer étiré était de 0^m13 à l'intérieur et de 0^m14 à l'extérieur.

A 38^m50 sous le sol (cote —31.8), on plaça un cône de raccord à pas de vis inverse qui s'adaptait à un tuyau de 0^m105 de diamètre

intérieur, car l'entrepreneur n'avait pas sous la main une quantité suffisante de tuyaux de $0^{m}135$ (fig. 3).

Un dispositif en caoutchouc comprimé (fig. 2), analogue à celui

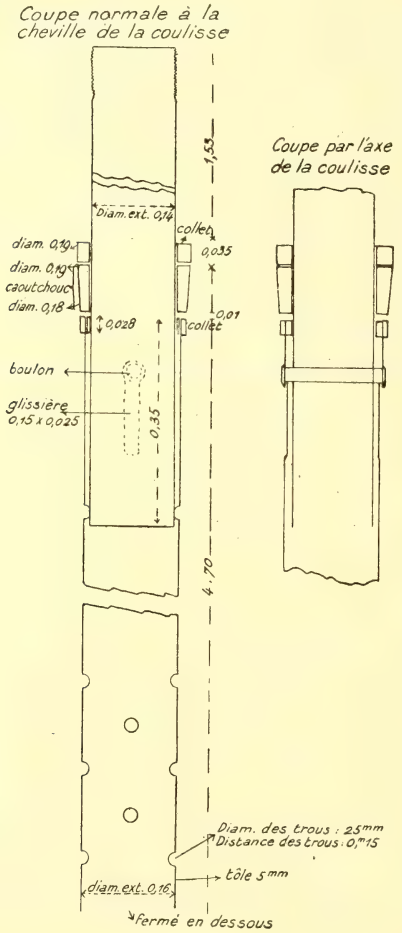


Fig. 2.

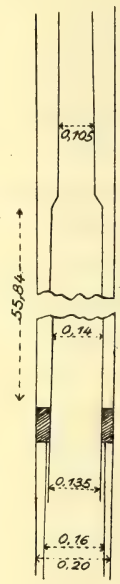


Fig. 3.

employé lors de la dernière expérience, assurait le cimentage extérieur en eau calme; la seule différence existait dans le filtre qui était percé d'un beaucoup plus grand nombre de trous et dont le fond était fermé.

Afin d'empêcher que, le cas échéant, un manque d'obturation du caoutchouc permette au ciment de s'écouler dans la poche ypresienne et de l'aveugler, le compresseur fut mis en action pour s'assurer de

l'étanchéité du joint; les dénivellations produites par le pompage dans le tube intérieur furent sans effet sur le niveau de l'eau dans l'intervalle annulaire, et l'eau débitée était limpide.

Il ne restait plus qu'à exécuter le cimentage des vides; il fut décidé d'employer un lait de ciment composé de cinq volumes de ciment pour quatre volumes d'eau.

Afin de laisser le cône de raccord libre de ciment (fig. 3), les entrepreneurs coulèrent 1 125 litres de lait de ciment.

Le cône était à 55^{m}84 du tampon en caoutchouc; avec une sonde en plomb, il fut possible de reconnaître que le niveau du cimentage était à 4 mètres au moins sous le cône de raccord.

En allongeant le tube interne au-dessus du niveau piézométrique de la nappe ypresienne (3^{m}45 au-dessus du sol ; cote + 10.10), on n'est pas parvenu à maintenir étanche le vide annulaire lors des pompages qui y furent effectués; bien qu'il fût visible qu'une grande partie de l'eau provenait de joints du tube en fer étiré, c'est-à-dire de la source ypresienne, il n'existait aucune preuve que le puits était étanche par rapport à la nappe superficielle, en conséquence les entrepreneurs furent invités à compléter le tubage en fer étiré et le cimentage jusqu'à la surface du sol.

Le cône de raccord a été facilement retiré, le tube complémentaire fut revissé sur le tube déjà cimenté; mais les joints laissaient passer dans l'intervalle annulaire environ 4 litres d'eau à la minute; comme le cimentage n'aurait pu s'effectuer sans pertes dans ces conditions, les parois extérieures et intérieures de l'intervalle annulaire ont été surélevées jusqu'au-dessus du niveau hydrostatique ypresien; de cette façon, le cimentage pouvait s'effectuer en eaux calmes, dans l'intervalle annulaire de 0^{m}20-0^{m}135.

D'après le relevé fait à la sonde du premier cimentage dans l'intervalle 0^{m}20-0^{m}135, la quantité de lait de ciment composé de 4 volumes d'eau pour 5 volumes de ciment nécessaire pour compléter le cimentage jusqu'au sol était de 822 litres.

Le premier jour, 351 litres de lait de ciment furent coulés, ce qui correspondait à 17^{m}50 de cimentage, lequel devait ainsi atteindre la cote 16^{m}50.

Le deuxième jour, 396 litres de lait de ciment furent coulés, ce qui correspondait à 19^{m}70 de cimentage, lequel devait ainsi monter à la cote 13^{m}20.

Le jour suivant, une croûte de ciment de 2 mètres de puissance avait fait prise à la partie supérieure de l'intervalle annulaire; lorsque

cette croûte fut brisée, la sonde ne permit pas de découvrir de ciment ayant fait prise au-dessus de la cote — 16.50.

On pourrait attribuer ce défaut de cimentage soit :

1° A ce qu'un calage de sonde ait mal renseigné sur le niveau du cimentage précédent; 2° que des pertes considérables se soient effectuées dans la nappe superficielle; 3° que le lait de ciment n'ait pas encore fait prise sous la partie supérieure de l'intervalle annulaire.

Le jour suivant, 36 litres de lait de ciment furent coulés; le lendemain, la sonde indiquait le ciment à la cote — 13.25; on versa alors 220 litres de ciment, ce qui correspondait à 11 mètres de cimentage; deux jours plus tard, on constata que la partie supérieure de l'intervalle annulaire était cimentée et aucune solution de continuité dans le cimentage ne fut plus découverte.

Comme le cimentage avait eu une marche anormale, des doutes pouvaient encore subsister quant à la continuité du cimentage; c'est pour cette raison qu'il fut décidé de rechercher les défauts d'étanchéité possibles au passage de la nappe superficielle, et cela au moyen de la fluorescéine. Deux contre-forages de 3 mètres de profondeur furent établis à 2 et à 5 mètres du puits, un troisième forage de $12^{m}50$ de profondeur (exécuté par injection d'eau) fut établi à $0^{m}70$ du puits artésien. Dans ces trous de sonde, on versa 200 grammes de fluorescéine en solution ammoniacale concentrée; les tuyaux des contre-forages étaient remontés au fur et à mesure que l'on y déversait de la fluorescéine, de façon à bien imprégner le terrain tout autour du puits. Le compresseur mis en action sur le puits primitif produisit une dénivellation d'environ 18 mètres sous le sol dans ce puits; les eaux recueillies furent examinées au fluoroscope, mais on n'y décela pas la moindre trace d'infiltration superficielle au cours de deux journées de pompage; de plus, les analyses chimiques faites avant, pendant et après le pompage montrèrent qu'il y avait absence complète d'ammoniaque, d'acide nitreux et nitrique et une constance absolue du degré hydrotimétrique; c'était une preuve que le cimentage était bien fait et que toute infiltration était impossible.

Conclusions.

D'après les expériences qui précèdent, on se rend compte de la difficulté qui existe à rendre étanche un puits dans les terrains tertiaires au moyen des tubes rivés, quand on doit traverser plusieurs nappes aquifères ayant des niveaux piézométriques différents.

Les nombreux mécomptes provenaient presque exclusivement de la difficulté de mater le joint des tubes rivés, ce qui rend impossible le cimentage dès que celui-ci se trouve en présence, par l'intermédiaire des joints, de nappes aquifères de niveaux piézométriques différents.

Nous conseillons donc fortement de n'employer dans les terrains tertiaires que des tubes en fer étiré, en tout cas au moins pour les deux derniers tubages, et d'opérer le cimentage des intervalles annulaires au fur et à mesure de la construction du puits. Quand la nature exacte du terrain est connue, il faut distribuer les différents tuyaux concentriques de manière à ne jamais avoir en communication, pendant le cimentage, deux nappes aquifères de niveaux piézométriques différents. Une très grande quantité de puits construits en Belgique ont été mis totalement hors d'usage par suite de ce que l'on n'avait pas pris assez de précautions pour s'assurer de l'étanchéité complète des différents jeux de tubage.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

G. Delépine. Étude sur le calcaire carbonifère de Belgique (Hainaut et région de Namur). Comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre 3

P. Gröber. Essai de comparaison entre les couches du calcaire carbonifère de Belgique et celles de l'Angleterre caractérisées par des zones à Polypiers et à Brachiopodes. — Première partie : Le Tournaisien 25

F. Halet. Étude géologique et hydrologique des puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs 49

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Mémoires

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910 — Fascicule II.

Smithsonian Institution
NOV 26 1910
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

REVISION STRATIGRAPHIQUE

DES

OSSEMENTS HUMAINS QUATERNAIRES

DE L'EUROPE

PREMIÈRE PARTIE

Les ossements parisiens de Grenelle et de Clichy

PAR

A. RUTOT [1]

Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles.

INTRODUCTION

Depuis que des découvertes nouvelles, non seulement d'ossements humains quaternaires, mais de squelettes à peu près complets, sont venues jeter un jour de plus en plus lumineux sur la question de l'origine et du développement de l Humanité, la nécessité d'obtenir toujours plus de données engage ceux qui s'intéressent à cette partie si captivante de l'Anthropologie à rechercher, en attendant de prochaines découvertes, s'il n'y a pas lieu de revenir sur certaines trouvailles déjà anciennes, souvent fort appréciées de leur temps comme documents authentiques et de grande importance, et qui, sans être tombées dans l'oubli, n'ont plus guère, de nos jours, qu'un simple intérêt anatomique, parce qu'il ne s'est trouvé personne d'assez autorisé pour en faire comprendre toute la valeur et pour en faire connaître la place exacte dans l'échelle des temps.

---

[1] Mémoire présenté à la séance du 15 mars 1910.

Certaines pièces, d'après les données que l'on possède, semblent mériter mieux que l'indifférence ou que l'oubli, et, si l'on prend connaissance des documents publiés à l'époque de la découverte, en les éclairant de l'interprétation géologique actuelle des circonstances de la trouvaille, on s'aperçoit que parmi les matériaux délaissés il en est un certain nombre qui peuvent fournir de très précieuses indications.

Après la période initiale, pendant laquelle la brillante phalange des fondateurs de l'Anthropologie a fait connaître et décrit les premières pièces recueillies vers le milieu du siècle dernier, avec, parfois, un enthousiasme et une confiance un peu exagérés, est venue une deuxième période, caractérisée surtout par un scepticisme sans fondement, plus exagéré encore que l'enthousiasme des fondateurs, et l'on vit alors, parmi les plus chauds partisans de la science nouvelle, des préhistoriens s'ingéniant à trouver des motifs, les uns futiles, les autres dogmatiques, mais toujours déprimants, pour pouvoir rejeter, l'une après l'autre, comme non authentiques ou sans valeur, la presque totalité des pièces qui avaient tant excité l'intérêt de nos prédécesseurs.

Il est triste de penser que Gabriel de Mortillet fut l'un des principaux auteurs auxquels bien des découvertes doivent un rejet injustifié; mais il est, d'autre part, consolant de voir des anthropologues comme Broca, de Quatrefages, Pruner-Bey, le Dr Hamy et le Dr Verneau, par exemple, retenir en considération et remettre à leur vraie place des matériaux importants qui, sans eux, seraient tombés dans l'oubli ou dans le discrédit.

Il est inimaginable de constater avec quelle légèreté des pièces d'âge quaternaire de grande valeur ont été reléguées soit dans le matériel à rejeter, soit à considérer simplement comme néolithique ou récent.

Certains auteurs rebutent un crâne, malgré les circonstances de la trouvaille, tout simplement parce que la pièce « ne leur paraît pas paléolithique » ou qu'elle ne présente pas de caractères suffisamment primitifs.

En effet, pour ces anthropologues, lorsqu'un crâne trouvé dans des couches quaternaires indiscutables ne présente pas les caractères d'infériorité notoire que toute pièce de cette nature *doit* posséder, d'après leur conception tout hypothétique, il ne peut provenir que d'une inhumation récente ou tout au plus néolithique.

Il est vrai que si les crânes présentent, au contraire, des caractères primitifs accentués, d'autres spécialistes prétendent qu'il s'agit simplement de crânes d'idiots ou de cas pathologiques.

D'autre part, on repousse du Quaternaire tout squelette présentant des traces d'inhumation ou de sépulture, parce qu'il est entendu — avant d'en rien savoir — que les Paléolithiques n'ont *jamais* inhumé leurs morts.

Enfin, tout récemment j'ai constaté qu'un autre confrère met impitoyablement à l'écart tout ossement humain trouvé dans le *Löss* ou dans une caverne, si, par malheur, le plus insignifiant petit fragment de poterie a été, même par hasard, recueilli en sa compagnie.

C'est en partant de ces principes que l'on a rebuté, pendant un certain temps, les premières et splendides découvertes des grottes de Menton et de l'abri de Cro-Magnon, et que certains se croiraient en droit de refuser toute valeur aux deux squelettes de Spy, attendu que le gisement renfermait des fragments de poteries, et au squelette de la Chapelle-aux-Saints, parce qu'il y avait trace de sépulture.

Vraiment, on en arrive parfois à se demander si certains anthropologues travaillent en vue des progrès de la Science.

Pour ce qui me concerne, j'entends ne pas donner dans ces travers et je compte me borner, dans le travail de revision que j'entreprends, à rappeler le mieux possible les conditions des découvertes d'après les écrits du temps et à apprécier celles-ci sans idées préconçues, comme sans dogmatisme, en toute impartialité, en qualité de géologue.

Dans la revue des ossements humains quaternaires ou attribuables au Quaternaire que je désire exposer ci-après, il n'y a aucune nécessité à suivre un ordre déterminé; chaque objet, pris isolément, nous dira ce qu'il peut dire : son authenticité réelle ou douteuse, sa race et, autant que possible, sa position chronologique; la revue terminée, il sera aisé de mettre alors tout à sa place et de tirer les conclusions qui s'imposent.

Il doit aussi être entendu que je ne m'occuperai ici que des débris humains suffisamment importants pour que leur examen puisse présenter une utilité incontestable; c'est pour cette raison que je ne m'arrêterai guère que sur les crânes ou portions de crânes permettant de fournir des indications satisfaisantes.

Depuis que je m'occupe de la question, je me suis déjà assuré de la haute valeur de bien des pièces; beaucoup de celles-ci ne constituent que des trouvailles isolées, sans connexions évidentes entre elles; de plus, j'ai encore à étudier un certain nombre de documents, de sorte que je ne suis pas prêt à fournir un travail d'ensemble ; mais il est un groupe intéressant entre tous et de haute portée, au sujet duquel j'ai pu asseoir mes convictions : c'est de ce groupe qu'il va être question ci-après.

Cet ensemble est celui des précieux restes humains du territoire de Paris rencontrés, en 1867, par Émile Martin à Grenelle et, en 1868, par Eugène Bertrand à Clichy.

Ces deux travailleurs étaient véritablement des hommes de valeur qui étaient à même de comprendre l'importance de leurs trouvailles et qui l'ont établie clairement dans leurs écrits.

Ils ont été soutenus efficacement par le Dr Hamy qui, avec M. de Quatrefages, nous ont conservé, dans *Crania ethnica*, le souvenir précis et l'interprétation des découvertes; mais depuis, bien que ces trésors aient soulevé l'un des plus importants problèmes relatifs à l'ordre d'apparition des races humaines, la torpeur des uns, l'incompétence des autres ont fait que les merveilleuses découvertes de Grenelle et de Clichy se sont peu à peu effondrées, en passant successivement du Quaternaire dans la transition du Quaternaire à l'âge de la pierre polie, puis de cette transition dans le Néolithique, pour finir par être considérées, par des auteurs de manuels récents, comme sans aucune valeur, comme des pièces sur lesquelles il convient de faire le silence.

Nous allons donc voir d'abord ce que vont nous révéler les restes de Grenelle et de Clichy, étudiés à la lumière des méthodes actuelles, puis dans des fascicules successifs nous entamerons la revision de nombreux autres matériaux provenant tant des alluvions que des cavernes, tels que le crâne de l'Olmo, ceux de la Denise, de Nagy-Sap, de la Truchère, de Solutré, de Brüx, etc., etc.

PREMIÈRE PARTIE.

Les ossements humains de Grenelle et de Clichy.

I. — Historique.

Les trouvailles de Grenelle et de Clichy se sont produites à peu près en même temps, mais sont dues principalement à deux chercheurs différents, qui sont : M. l'ingénieur Émile Martin et M. Eugène Bertrand.

C'est M. Émile Martin qui a, le premier, rendu compte des résultats de ses recherches; il les a fait connaître dans une importante communication qu'il a présentée au Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques de Paris, en 1867, sa dernière trouvaille datant du 8 juin de la même année.

Lors de ce même Congrès, un groupe de membres, dont l'un des

conducteurs était M. E. Martin, a visité les sablières de Grenelle et de Clichy.

Plus tard, à la séance du 21 mai 1868 de la Société d'Anthropologie de Paris, M. Eugène Bertrand annonça sa découverte d'un squelette humain dans une sablière de l'avenue de Clichy, aux Batignolles.

Les deux travaux, celui de M. E. Martin et celui de M. E. Bertrand, sont très bien rédigés et ils fournissent les détails les plus précis et les plus circonstanciés sur les découvertes ; leurs auteurs ont également eu l'heureuse inspiration de se faire accompagner par les autorités de l'époque, notamment par MM. Hébert, Gaudry, de Quatrefages, Belgrand, Dr Fischer, Lartet, etc. ; aussi la lecture des deux mémoires laisse-t-elle la meilleure impression, tant pour ce qui concerne le niveau précis des trouvailles que leur parfaite authenticité.

Les découvertes de MM. E. Martin et E. Bertrand furent agréées, avec la considération et l'intérêt qu'elles méritaient, par les plus hautes sommités de l'époque, et pendant plusieurs années MM. Broca, de Quatrefages, Hamy, Pruner-Bey, etc., exposèrent, devant la Société d'Anthropologie de Paris, les résultats auxquels l'étude minutieuse des crânes et des ossements les avait conduits.

Enfin, ces mêmes matériaux, admis comme quaternaires par les principaux géologues, furent décrits et figurés par MM. de Quatrefages et par le Dr Hamy dans leur magistral ouvrage *Crania ethnica*, paru en 1882.

L'étude des crânes de Grenelle et de Clichy constitue l'un des plus beaux chapitres de ce magnifique recueil et aussi l'un des plus importants.

Malgré cette prise en considération déférente et sérieuse, le manque de connaissances relatives aux terrains quaternaires fit un tort considérable aux belles découvertes dont nous parlons ; les géologues, après avoir formellement déclaré les couches d'âge quaternaire, abandonnèrent la question chronologique sans lui donner la précision nécessaire, et alors chacun émit son opinion personnelle avec toutes les précautions oratoires qu'il fallait pour ne pas se compromettre.

Des ossements de Renne ayant été rencontrés au niveau des restes humains et cet animal étant considéré alors comme relativement récent, on en conclut d'abord à l'âge quaternaire supérieur, synchronique aux couches des cavernes du Périgord ; puis comme, en définitive, les crânes des niveaux supérieurs de Grenelle ne présentaient pas de signes évidents de primitivité les faisant paraître, à première vue, très anciens, tout le monde s'empressa de se rallier à l'opinion de Belgrand et de

Lartet qui, prudemment, admettent que les couches qualifiées nettement quaternaires par les géologues devaient plutôt être rapportées à l'âge intermédiaire entre le Quaternaire et l'époque moderne.

La fin du compte rendu de la visite des membres du Congrès de 1867 aux sablières de Grenelle et de Clichy, rédigé par M. Ed. Lartet, reflète du reste fidèlement l'opinion dominante de l'époque, malgré les excellentes explications données par M. E. Martin sur le terrain : « Tout porte à croire que ces cadavres ont été flottés et amenés par les eaux qui charriaient les sables. Mais ces sables eux-mêmes sont-ils d'une date aussi reculée que ceux des sablières d'un niveau supérieur qui sont restées à l'abri des invasions de la Seine actuelle? C'est ce que l'on ne saurait guère décider. L'avis des hommes les plus compétents paraît attribuer la formation de ces dépôts et l'ensevelissement des ossements humains à Grenelle à l'époque du passage de la pierre taillée à la pierre polie. » « On a recueilli dans le même dépôt des ossements de Renne et quelques silex taillés, mais pas le moindre indice de pierre polie. »

Telle est l'expression des fortes convictions de l'époque.

Tout cela était déjà bien suffisant pour enlever aux précieuses découvertes de MM. E Martin et E. Bertrand une grande partie de leur valeur; mais il a fallu en outre que G. de Mortillet vînt dissiper l'intérêt qu'on leur portait en affirmant que l'enfouissement des cadavres de Grenelle était dû à une grande crue de la Seine qui serait simplement antérieure à la domination romaine.

D'autre part, sur les racontars d'un ouvrier, le même préhistorien prétendit que M. E. Bertrand n'avait pas recueilli le squelette de Clichy en place, mais dans une cachette faite dans la paroi de la sablière par un compagnon attendant les acheteurs.

Heureusement, lors de la découverte, M Bertrand était accompagné de témoins sérieux, et des dénégations catégoriques ont aussitôt été opposées aux affirmations de G. de Mortillet.

Il est du reste à remarquer que les tentatives du célèbre préhistorien contre l'authenticité des restes humains de Grenelle et de Clichy ont été nettement repoussées, devant la Société d'Anthropologie de Paris, par toutes les notabilités qui s'étaient occupées de l'étude des ossements, mais G. de Mortillet ayant publié un traité de Préhistoire [1] et ayant imperturbablement reproduit son opinion, d'abord

---

[1] G. de Mortillet, *Le Préhistorique; origine et antiquité de l'Homme.* Trois éditions : 1883, 1886 et 1900.

isolée, dans les éditions successives, il se fait que petit à petit cette opinion a fait son chemin en l'absence de tout esprit critique qui caractérise les trente dernières années, si bien que, actuellement, la valeur des crânes de Grenelle et de Clichy est tombée à zéro, au point que dans son manuel de Préhistoire (1) tout récent, M. Déchelette fait une simple incidente de l'existence des crânes de Grenelle, en ayant bien soin de les placer en plein Néolithique !

Or, il suffit de prendre connaissance des excellents travaux de MM. Martin et Bertrand pour pouvoir se faire une idée nette et précise de la position des ossements humains dans les couches quaternaires du Bassin de Paris et pour leur attribuer ainsi une valeur documentaire et chronologique plus importante encore que ce qu'avaient pensé leurs heureux découvreurs. C'est ce que je compte démontrer dans les lignes qui vont suivre.

II. Stratigraphie des ossements humains de Grenelle et de Clichy d'après les auteurs des découvertes et les constatations de l'ingénieur E. Belgrand (2).

Émile Martin comme Eugène Bertrand, contrôlés par E. Belgrand et par le Dr Hamy, fournissent, l'un dans les *Comptes rendus du Congrès international de Paris en 1867*, l'autre dans le *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris* (1868), tous les détails et coupes nécessaires pour se faire une idée tout à fait exacte des conditions de leurs découvertes, et l'ingénieur E. Belgrand donne, dans son grand ouvrage : *Le Bassin parisien aux âges antéhistoriques*, une coupe de la carrière Hélie (3), alors qu'elle n'avait encore que 3 mètres de profondeur.

Cette sablière a été ouverte pendant l'automne 1866; son entrée était située rue Saint-Charles, longue rue parallèle à la Seine et s'en trouvant éloignée d'environ 500 mètres. Près de cette sablière, il en existait une autre, appelée Carrière Coulon, où des trouvailles importantes d'ossements humains ont également été faites.

---

(1) J. Déchelette, *Manuel d'archéologie préhistorique, celtique et gallo-romaine.* Ire partie : *Archéologie préhistorique.* Paris, 1908.

(2) E. Belgrand, *La Seine. Le Bassin parisien aux âges antéhistoriques.* Impr. impér., 1869.

(3) M. E. Martin écrit Élie et non Hélie, mais dans *Crania ethnica* l'orthographe Hélie est conservée.

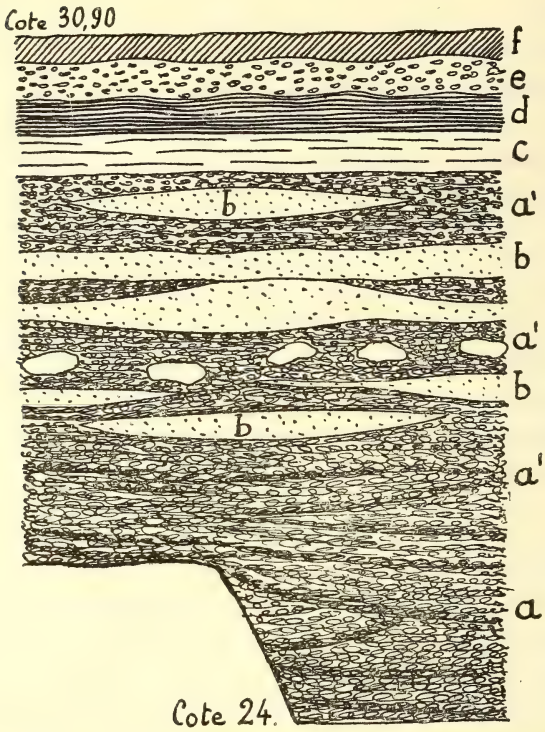


Fig. 1. — Coupe de la sablière Hélie, rue Saint-Charles, a Grenelle.

a. Gravier à éléments assez petits, de même volume à toute hauteur, visible sur.	3m00
a', *b*. Gravier semblable au précédent, mais entrecoupé de lits de sable meuble *b* (1), et traversé, entre 3 et 4 mètres sous la surface du sol, par un niveau de gros blocs de meulière, de grès, de quartz et de granite du Morvan .	2.80
c. Sable fin, impur, jaunâtre	0.30
d. Sable argileux, rougeâtre (2).	0.30
e. Gravier limoneux, rougeâtre.	0.30
f. Limon rouge	0.20

(1) Les ouvriers appellent le sable meuble *b sable aigre*. Dans *Crania ethnica*, MM. de Quatrefages et Hamy dénomment le gravier de fond : gravier des *bas niveaux*, et l'ensemble des alternances sableuses et graveleuses est appelé *moyens niveaux*.

Les lettres employées pour désigner les couches de cette figure sont celles adoptées par E. Belgrand dans la figure de sa coupe de l'exploitation Hélie.

(2) Les ouvriers appellent ce sable argileux *sable gras*. MM. de Quatrefages et Hamy lui donnent le nom de *hauts niveaux*. On verra plus loin combien l'emploi de ces termes de bas, moyens et hauts niveaux pour la coupe de Grenelle est dangereux, car on risque de les confondre avec les *bas* et *hauts niveaux* de Belgrand, qui répondent à une idée entièrement différente.

La première visite de M. E. Martin à la sablière Hélie date du 12 janvier 1867. Il recueillit ce jour-là des fragments d'un crâne fort épais, que M. de Quatrefages déclara humain.

Encouragé, il se rendit souvent à la carrière, soit seul, soit accompagné de M. A. Gaudry et du Dr Fischer. Le 15 mars, le crâne n° 1 (numérotation de M. Martin) fut recueilli ; le 23 mars, ce fut le tour du n° 2; c'est le 31 mars que fut trouvé le demi-squelette engagé dans l'alluvion avec la tête en bas (n° 3); le 6 avril, visite de la sablière par neuf membres de la Société géologique de France, accompagnés par MM. de Quatrefages et Fischer, et trouvaille du crâne n° 4; enfin, la dernière visite avant le Congrès date du 8 juin 1867.

Plus tard, quelques découvertes furent encore faites, mais elles devinrent de plus en plus rares, car, dit E. Martin, l'exploitation a été fort réduite à la carrière Hélie et, de plus, elle se localisa du côté droit, tandis que c'est le côté gauche qui fournissait surtout les débris humains.

D'autre part, vers la même époque (18 avril 1868), M. Eugène Bertrand recueillait un squelette humain dans une sablière de l'avenue de Clichy, aux Batignolles, et il fournissait, dans sa note à la Société d'Anthropologie, une coupe qui semble rendue peu intelligible par une omission à l'impression, mais que M. Hamy a reproduite rectifiée dans son *Précis de paléontologie humaine*.

La figure 1 ci-dessus nous montre comment on peut reconstituer la coupe, à profondeur maximum, de la carrière Hélie, à Grenelle, d'après l'ensemble des documents publiés.

M. E. Martin, dans sa note parue dans le *Compte rendu du Congrès de Paris en 1867*, fait remarquer qu'il existe, près de l'église de Grenelle, quelques sablières où le niveau du sol atteint la cote 34, soit $3^{m}10$ plus haut qu'à la carrière Hélie.

Cette différence d'altitude ne produit, dans la composition de la coupe, telle que nous venons de la donner, qu'une seule modification, qui consiste dans l'augmentation sensible de l'épaisseur du sable argileux, fin, *d*, qui passe de $0^{m}30$ à 2 et même 3 mètres, la couleur du sable étant jaune.

Quant à la coupe de la sablière de l'avenue de Clichy, la figure 2 nous la fournit d'après MM. E. Bertrand et Dr Hamy.

Ainsi qu'on peut s'en assurer, malgré la distance des deux localités, l'une, Clichy, située au Nord, l'autre, Grenelle, située au Sud de Paris, les coupes de terrain sont identiques, et précisément, à cause de la cote du sol plus élevée à Clichy qu'à la carrière Hélie à Grenelle, la

coupe de Clichy reproduit celle des points élevés de Grenelle où le sable gras ou argileux *d* présente l'épaisseur de 3 mètres qui s'observe dans la carrière de Clichy.

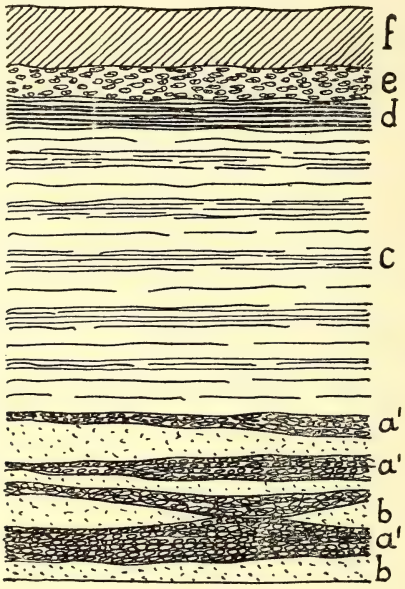


Fig. 2. — Coupe d'une carrière de l'avenue de Clichy.

Cote du sol : + 32.29.

a', *b*. Gravier à éléments assez petits, avec nombreux silex, grès, meulières et granite du Morvan, interstratifié avec des lits de sable gris *b* dit *sable aigre* (1)	1m15
c. Sable jaune, plus ou moins argileux, avec lits d'argile sableuse, dit *sable gras*	3.00
d. Sable argileux rougeâtre	0 23
e. Gravier de silex empâtés de limon rouge	0.37
f. Humus ou terre végétale limoneuse.	0.70

De plus, on remarque aussi que, dans cette dernière localité, les exploitations n'ont pas été creusées aussi profondément qu'à Grenelle (5m45 au lieu de 7 mètres), de sorte qu'à Clichy le gravier inférieur *a* n'a pas été atteint.

Disons, en passant, que sous Grenelle ce gravier inférieur a de 3 à 4 mètres d'épaisseur; en se rapprochant du fleuve, cette dernière peut atteindre 10 à 11 mètres.

(1) Pour les coupes de Grenelle et de Clichy, les mêmes couches sont désignées par mêmes lettres.

Si, du point de vue stratigraphique, nous passons à celui de la Paléontologie, tous les observateurs, dont E. Martin, E. Bertrand, Reboux, E. Belgrand, confirmés par A. Gaudry, nous apprennent que dans le cailloutis inférieur on rencontre d'ordinaire une faune de grands mammifères caractérisée surtout par la présence d'*Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, *Hippopotamus major*, *Equus stenonis*, etc., tandis que dans le niveau à lits alternés de sable et de gravier on trouve surtout : *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus* et *Cervus tarandus*, le tout plus ou moins mélangé de restes d'*Equus caballus*, *Equus asinus*, *Bos primigenius*, *Bison europœus?*, *Cervus Canadensis?*, *Cervus elaphus*, *Cervus megaceros* et *Felis spelœa?*

Les sables argileux ou *sables gras* n'ont guère fourni de débris d'animaux; ceux-ci sont très décomposés et ne présentent que peu d'intérêt.

Les deux couches inférieures *a*, *a'* et *b* ont non seulement offert une faune assez riche, mais elles ont montré qu'elles renferment aussi des silex taillés, traces de l'industrie humaine.

Le gravier inférieur recèle des instruments amygdaloïdes grossiers du type chelléen, tandis que les strates de sable aigre et de gravier renferment quelques instruments plus parfaits accompagnés de nombreux éclats utilisés dits « couteaux » et de nuclei plats dits « disques ».

Enfin, ajoutons, pour terminer ce qui a rapport aux trouvailles faites à Grenelle et à Clichy, que les ossements humains, crânes et ossements divers ont été rencontés :

A. Dans le gravier inférieur, à 7 mètres de profondeur;

B. Vers le bas des strates de sable et de gravier, entre 3 et 4 mètres de profondeur, approximativement au niveau ou au-dessous du lit de blocs erratiques;

C. Vers le haut de ces mêmes alternances, entre $2^{m}50$ et $1^{m}40$ de profondeur.

Telles sont les données du problème.

Comment interprétait-on ces données à l'époque des découvertes?

Les géologues, même les plus illustres, se sentaient si peu à l'aise lorsqu'il s'agissait de terrains quaternaires que c'est à peine s'ils en parlent; tous semblent avoir abdiqué entre les mains de l'ingénieur en chef de la Ville de Paris, E. Belgrand, dont les connaissances pratiques paraissent les avoir éblouis.

Avant Belgrand, les géologues s'étaient entendus sur une division du Quaternaire des bas niveaux assurément bien simple et qu'ils croyaient de tout repos.

Le Quaternaire ou *Diluvium* était partagé en deux parties d'après la couleur!

Il y avait, en bas, un *Diluvium gris* et, en haut, un *Diluvium rouge.*

Ainsi dans les coupes de Grenelle et de Clichy données ci-dessus, le limon rouge superficiel *f* et son cailloutis de base empâté de limon rouge *e*, plus même la partie supérieure rubéfiée *d* du sable jaune *c* constituaient le *Diluvium rouge;* toutes les couches inférieures, c'est-à-dire le sable jaune, les alternances de sable et de gravier et le gravier inférieur, de teinte grisâtre, étaient appelées *Diluvium gris.*

M. Belgrand, le premier, vit ce que cette distinction avait d'artificiel et d'aléatoire, et elle n'eut pas le don de lui plaire.

Le grand ingénieur, interprétant les couches du Diluvium d'après le mode de formation qu'il leur supposait, divisa l'ensemble des *dépôts des basses altitudes* (1) — tels ceux de Grenelle et de Clichy — en trois zones.

Le gravier inférieur *a* devint le *gravier de fond;* l'ensemble des strates de sable et de gravier *a'*, *b* et du sable jaune plus ou moins argileux *c*, *d*, est dénommé *alluvions;* enfin le gravier limoneux *e* et le limon rouge *f* (ancien *Diluvium rouge*) portent le nom de *gravier* et *limon des débordements.*

Pour Belgrand, les couches dites *gravier de fond* et *alluvions* étaient quaternaires; quant au *limon des débordements*, il le croyait déposé pendant l'époque moderne.

Il doit être entendu que les géologues et Belgrand connaissaient l'existence, dans la vallée de la Seine et de ses affluents, d'un autre type de Diluvium, qui était, conformément à la dénomination de Prestwich, le *Diluvium des hauts niveaux.*

Il avait été reconnu, en effet, que la Seine, à la traversée de Paris, a établi son fond, à un moment donné, vers l'altitude de 60 à 63 mètres

---

(1) Belgrand les appelle aussi *dépôts de bas niveaux*, d'accord avec sir J. Prestwich. On voit donc qu'il est ici question d'*altitude* et que les bas, moyens et hauts niveaux de MM. de Quatrefages et Hamy sont compris dans les dépôts de bas niveau de E. Belgrand. Pour en finir avec ce qui concerne le Diluvium rouge, il est utile de signaler que les géologues ne dénommaient pas seulement ainsi des couches réelles, comme le limon et le cailloutis du sommet de la coupe de Grenelle, ils y faisaient rentrer de pures couches d'altération superficielle des dépôts du Quaternaire moyen, en partie formés d'alternances de cailloux et de sable calcareux. La zone altérée était ainsi fortement rougie et semblait raviner les parties sous-jacentes. C'est M. E. van den Broeck qui a, le premier, démontré l'inexistence, comme terme autonome, du Diluvium rouge. La plupart des géologues se sont ralliés à cette manière de voir.

au-dessus du niveau de la mer, soit à environ 34 à 37 mètres au-dessus de son niveau actuel, et Belgrand ajoute que la terrasse qui correspond à cet ancien fond occupe, dans la vallée de la Seine et de ses principaux affluents, comme la Marne et l'Oise, une horizontalité presque complète.

Le long de cet ancien fond élevé, on trouve des lambeaux de gravier, appelés, d'après Prestwich : *gravier des hauts niveaux* (1), et ces graviers sont constitués, comme ceux de bas niveau, d'une masse graveleuse de base surmontée d'alternances de gravier et de sable, avec zones limoneuses dans les parties où la vitesse des eaux était faible.

Naturellement, d'après la théorie de Prestwich, Belgrand croit que tout cet ensemble est beaucoup plus ancien que les couches analogues de bas niveau; les couches des deux groupes d'altitude différente ne pouvaient avoir aucun rapport.

Enfin, le même auteur connaît aussi les limons, mais, à cause de leur dénudation sur les pentes, il ne les observe guère que sur les hauts plateaux où il les croit localisés et, dès lors, il se voit obligé d'admettre qu'ils sont antérieurs au creusement des vallées et de leur attribuer un âge très ancien, par exemple tertiaire.

Belgrand doit cependant avouer qu'il existe, en certains points, des couches épaisses de limon partant de l'altitude de 60 mètres et descendant jusqu'au gravier des bas niveaux; mais comme ces couches heurtent la théorie de l'âge tertiaire du limon des plateaux, l'éminent ingénieur admet que tous ces limons de basse et de moyenne altitude sont dus à des causes locales et ne sont guère que des limons modernes déposés par le ruissellement le long des pentes.

Il a, en effet, observé un point où un tel limon venait recouvrir un biseau de tourbe moderne; tous les limons de bas et de moyen niveau devaient donc être modernes.

Avec toutes ces belles théories, la Paléontologie ne s'accordait guère; en effet, dans les graviers de bas et de haut niveau, réputés d'âges si différents, la faune des grands mammifères était d'une homogénéité désespérante.

Bas comme hauts niveaux fournissent un affreux mélange où voisinent dans l'intimité l'*Elephas antiquus* et l'*Elephas primigenius*, et, en

---

(1) Ce *gravier de haut niveau* n'a donc rien de commun avec les « hauts niveaux de Grenelle » de MM. de Quatrefages et Hamy, car leurs « hauts niveaux » ne constituent que la couche supérieure des dépôts de bas niveau de Belgrand.

somme, la seule différence qui ait été constatée est l'absence, dans le gravier des hauts niveaux, du Renne et du *Rhinoceros tichorhinus*.

Telle est, je crois, fidèlement rapportée, la manière de comprendre le Quaternaire parisien au temps où Belgrand faisait autorité.

Ajoutons, pour terminer, que Belgrand, E. Martin, E. Bertrand et les autres intéressés se trouvaient d'accord — à juste titre — pour considérer les découvertes de squelettes humains plus ou moins brisés ou disloqués rencontrés à Grenelle et à Clichy, comme ceux des victimes des crues de la Seine, emportées par le courant et déposées sur les larges berges caillouteuses qui s'étalaient le long de la rive convexe des tournants où les eaux sont peu profondes et animées de faible vitesse.

On sait, en effet, par l'observation et l'expérience, que les corps flottants et les cadavres d'animaux gonflés de gaz se portent sur la rive convexe des tournants et s'y échouent un peu à l'aval du sommet de la courbe.

Par rapport à la double boucle de la Seine, Grenelle et Clichy sont situés comme il convient pour l'échouage des corps entraînés par le courant.

Enfin, au point de vue de la localisation des silex taillés dans le gravier de fond et l'alluvion de bas niveau, Belgrand reconnaît, avec raison, que cette disposition est due à l'existence de points d'habitation ou d'ateliers de taille occupés par les populations paléolithiques, le long des grèves caillouteuses bordant le fleuve et ses affluents en période d'eaux basses.

III. Le mode de compréhension actuel des couches quaternaires du bassin parisien.

Depuis que l'on sait que les couches quaternaires ne sont guère que la répercussion des grandes glaciations et que, dès lors, les mêmes conditions générales ont régi le dépôt des couches dans chaque région naturelle; depuis aussi que l'extension des observations a montré que, en réalité, chaque région naturelle présente des coupes en tous points comparables, offrant les mêmes superpositions de dépôts à facies peu variables, il suffit pour comprendre la constitution géologique en un point déterminé incomplètement étudié, de comparer les coupes relevées en ce point à quelques coupes types de la même région naturelle, où l'étude a été poussée à fond et a livré toutes ses conséquences.

Pour bien comprendre les coupes de bas niveau de Paris, il suffit,

par exemple, de les comparer à celles des environs d'Amiens, étudiées si complètement, à tous les points de vue, par M. le Profr V. Commont, et plus particulièrement à celles existant le long du versant de la vallée de la Somme à Saint-Acheul.

En gros, — car pour l'instant le détail est inutile, — la coupe des terrains quaternaires, à Saint-Acheul, est la suivante [1], en partant du haut :

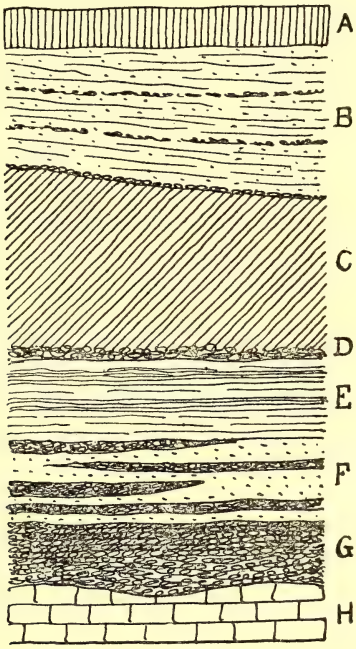


Fig. 3. — Coupe du Quaternaire a Saint-Acheul.

A. Terre à briques.

B. Ergeron.

C. Limons moyens.

D. Gravier.

E. Sable argileux ou *sable gras*.

F. Alternances de gravier et de sable meuble ou *sable aigre*.

G. Gravier de fond.

H. Soubassement de craie blanche.

---

[1] Consulter les nombreuses publications de M. le Profr V. Commont dans le *Compte rendu du Congrès de l'A. F. A. S. de Clermont-Ferrand*, 1908; dans les *Bulletins et Mémoires de la Société géologique du Nord;* dans les *Comptes rendus des Congrès de la Société préhistorique de France*, etc. — Voir aussi, pour résumé : A. Rutot, *Les découvertes de M. le Profr V. Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens*. (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXIV, 1910.)

Enlevons maintenant les couches supérieures *A* et *B;* laissons de 30 à 50 centimètres de la base des limons moyens *C*, *et il nous reste* **exactement** *la coupe de Grenelle-Clichy :*

C. Un peu de limon moyen, dont le dessus a été enlevé par dénudation et dont ce qui reste est fortement altéré et rougi par oxydation.

D Cailloutis empâté de limon rouge.

E. Sable plus ou moins argileux ou *sable gras*.

F. Alternances de sable meuble (*sable aigre*) et de cailloux de silex et roches diverses.

G. Gravier épais de fond.

Clichy et Grenelle ne présentent donc qu'une coupe incomplète, tronquée, de bas niveau, une coupe où la masse des limons moyens et supérieurs a été dénudée soit par les pluies, soit par les crues modernes, et dont il ne reste qu'un faible lambeau sous forme de limon rouge, profondément décalcarisé et altéré.

La compréhension des coupes de bas niveau parisiennes a donc été faussée par Belgrand, qui a cru être en présence d'une coupe complète, alors qu'il n'était qu'en face d'une coupe dont toute la partie supérieure était absente par dénudation, car il n'est pas douteux que, primitivement, tous les limons existaient au-dessus des couches actuellement visibles et qu'ils ont été enlevés lorsque le fleuve a recreusé son lit au travers de ces limons.

Belgrand, croyant que les limons étaient d'âge tertiaire et confinés au sommet des plateaux, devait nécessairement admettre que la coupe des bas niveaux qu'il observait était complète, et, dès lors, le sommet limoneux avec son cailloutis de base était, pour lui, sans signification stratigraphique et il les supposa formés par les eaux modernes du débordement.

Le limon supérieur et son cailloutis de base étant modernes, le sable argileux ou *sable gras* ne pouvait représenter que l'extrême sommet du Quaternaire, voire même la couche de passage du Quaternaire au Moderne, et, plus bas, l'alluvion caillouteuse, avec Renne, n'était que du Quaternaire supérieur, de l'âge des cavernes du Périgord; enfin, le gravier de fond, à faune d'*Elephas antiquus*, constituait vraiment le Quaternaire ancien.

Considérée telle qu'elle doit l'être, c'est-à-dire comme incomplète et privée de son recouvrement limoneux, la coupe de Clichy-Grenelle doit donc recevoir une tout autre interprétation, et cette nouvelle interprétation doit être celle résultant de la comparaison avec la coupe de Saint-Acheul, dont l'étude a été si minutieuse et si détaillée.

Or, nous commençons la comparaison par un point commun : des deux côtés, le *gravier de fond* se trouve dans la même position stratigraphique, renferme les mêmes fossiles animaux, c'est-à-dire la faune de l'*Elephas antiquus*, et fournit les mêmes restes de l'industrie humaine, c'est-à-dire des coups-de-poing grossiers, principalement, se rapportant à mon *industrie strépyienne*.

Au-dessus du gravier de fond viennent les alternances de lits graveleux et de sables aigres, dans lesquels est localisée, à Saint-Acheul, l'*industrie chelléenne typique*.

Sur les alternances se développe, surtout à la carrière Tellier, à Saint-Acheul, un sable argileux ou sable gras, qui renferme dans sa masse, vers le bas, une quantité d'éclats de débitage avec nuclei et instruments amygdaloïdes constituant la *transition du Chelléen à l'Acheuléen inférieur*.

Au-dessus des sables plus ou moins argileux est un gravier dit *Presle*, renfermant parfois beaucoup de fragments de craie et de silex, dans lequel on recueille l'*industrie acheuléenne inférieure typique*, et sur ce gravier se sont déposés les limons.

Tous ces niveaux de Saint-Acheul, si bien datés par des industries aisément reconnaissables et très bien caractérisées, se retrouvent donc, sans difficulté, à Clichy et à Grenelle; aussi sommes-nous autorisé à considérer les deux coupes d'Amiens et de Paris comme semblables et à déterminer l'âge des couches de Grenelle et de Clichy renfermant des restes humains d'après l'âge des couches d'Amiens.

Or, à quels niveaux a-t-on rencontré des ossements humains dans les carrières Hélie et Coulon, rue Saint-Charles, à Grenelle?

Voici ce que nous trouvons de positif à cet égard dans les travaux de M. E. Martin et dans *Crania ethnica* :

Position stratigraphique des restes humains de Grenelle [1].

A. Gravier de fond. Carrière Hélie.
Une calotte cranienne fragmentaire.

B. Partie inférieure de l'alluvion. — Au-dessous des blocs erratiques, vers le bas des alternances de gravier et de sable aigre.

a. Carrière Hélie.

Calottes craniennes nos 1 et 2.

b. Carrière Coulon.

Calottes craniennes nos 1, 2 et 3.

---

[1] Dans *Crania ethnica*, MM. de Quatrefages et Hamy ont numéroté les crânes autrement que M. E. Martin; du reste, les découvertes ayant continué à se produire pendant un certain temps, les auteurs de *Crania ethnica* ont poussé la numérotation

C. Partie supérieure de l'alluvion. — Au-dessus des blocs erratiques et en dessous des sables argileux ou *sables gras.*

a. Carrière Hélie.

Calottes craniennes et crânes nos 3, 4, 5, 6, 7, 8, plus deux mâchoires inférieures.

b. Carrière Coulon.

Calottes craniennes nos 4 et 5.

POSITION STRATIGRAPHIQUE DES RESTES HUMAINS DE CLICHY.

B. Partie inférieure de l'alluvion.

a. Avenue de Clichy.

Squelette trouvé par M. E. Bertrand.

b Route de la Chaumière.

Mâchoire inférieure d'enfant.

C. Partie supérieure de l'alluvion.

a. Avenue de Clichy.

Restes d'un adolescent et d'un enfant. Trouvaille de M. Reboux. Fragment de crâne. Trouvaille de M. Reboux.

---

beaucoup plus loin que M. Martin. Dans l'énumération qui va être faite, il doit donc être entendu qu'il n'est question que de la numérotation indiquée par MM. de Quatrefages et Hamy.

Toutefois dans le grand ouvrage des deux anthropologues français, il y a, au sujet de la numérotation des crânes et de leur attribution à l'horizon inférieur ou à l'horizon supérieur des « moyens niveaux de Grenelle », certaines obscurités et même des contradictions. Enfin, l'existence de deux carrières voisines : Hélie et Coulon, vient encore compliquer la question.

C'est ainsi qu'après avoir déclaré nettement que les crânes 1 et 2 de la carrière Hélie sont situés dans les « alluvions immédiatement *inférieures* au niveau des blocs erratiques », les auteurs disent plus loin que ces deux crânes sont du même niveau que les brachycéphales, qui proviennent des « moyens niveaux supérieurs ».

D'autre part, il est question de dix crânes recueillis à Grenelle dans les carrières Hélie et Coulon ; or nous en comptons treize en tout : 8 de la carrière Hélie (nos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) et 5 de la carrière Coulon (nos 1, 2, 3, 4, 5). Aucun crâne de la carrière Coulon n'est décrit, sauf peut-être le no 3. Les nos 1 et 2 (Coulon) sont vaguement signalés dans une note en bas de page ; les mensurations des nos 4 et 5 (Coulon) sont simplement fournies au tableau IX.

Au milieu de ces obscurités et de ces contradictions, j'ai dû choisir l'ordre qui me *paraissait* le plus vraisemblable, et c'est cet ordre que j'ai adopté dans l'énumération ci-après. En réalité, si même il y a quelque erreur dans l'indication du niveau de l'un ou l'autre dolichocéphale, la chose est sans véritable importance, car les deux horizons inférieur et supérieur correspondent aux *deux moitiés d'une même assise caractérisée dans toute son épaisseur par l'industrie chelléenne,* un peu rudimentaire vers le bas, un peu perfectionnée vers le haut.

A cette énumération il faut encore ajouter la rencontre, dans une sablière de la route de la Révolte (Clichy), à 4 mètres de profondeur, de quelques petits fragments de crânes sans intérêt, et enfin, à la séance du 20 avril 1882 de la Société d'Anthropologie de Paris, M. le Dr Topinard a présenté le moulage d'une calotte cranienne recueillie à Grenelle par le Dr Bouland, qui en a fait don au Musée de Madrid.

Tel est, d'après ce qui a été publié, le matériel recueilli tant à Grenelle qu'à Clichy.

Or, nous savons maintenant que le *gravier de fond* ou de *bas niveau*, tant à Saint-Acheul qu'à Paris, est, d'après l'industrie qu'il renferme, l'assise la plus ancienne du Paléolithique, c'est-à-dire qu'elle est d'*âge strépyien*. Donc la calotte cranienne rencontrée dans le gravier de fond, à la carrière Hélie, à 7 mètres de profondeur, est d'âge strépyien. D'autre part, nous savons que l'ensemble de l'*alluvion* de E. Belgrand, formée d'alternances de gravier et de sable meuble ou *sable aigre*, appelée par les auteurs de *Crania ethnica : moyens niveaux*, est caractérisé par l'*industrie chelléenne typique;* donc, l'ensemble des trouvailles faites dans les moyens niveaux est, « en gros », d'âge chelléen.

Il y a toutefois lieu d'établir une légère distinction, en ce sens qu'un certain nombre de trouvailles ont été faites vers le *bas de l'alluvion* ou dans les *moyens niveaux inférieurs* de MM. de Quatrefages et Hamy, tandis que les autres proviennent du *haut de l'alluvion* ou *moyens niveaux supérieurs* des mêmes auteurs.

Alors, les restes humains du *bas de l'alluvion* sont plus spécialement *chelléens*, tandis que ceux du *haut de l'alluvion* sont voisins de la *transition du Chelléen à l'Acheuléen inférieur*.

Strépyien, Chelléen, transition du Chelléen à l'Acheuléen, tel est donc l'âge des ossements humains découverts à Grenelle et à Clichy.

On voit que nous sommes loin des interprétations attribuant ces précieux restes au Quaternaire supérieur, ou à la transition du Paléolithique au Néolithique, ou tout simplement au Néolithique, ainsi que se trouvait être la tendance générale actuelle.

J'ajouterai que dans mes lectures, je n'ai jamais vu un homme de science sérieux, sauf G. de Mortillet, contester la position des trouvailles de Clichy et de Grenelle; du reste, toutes les notabilités de l'époque se sont rendues aux exploitations et toutes ont reconnu que les ossements ont été parfaitement recueillis *en place*, les couches supérieures ne présentant jamais la moindre trace de remaniements.

Seul G. de Mortillet a contesté soit l'authenticité, soit l'âge des ossements, mais il est resté complètement isolé dans son opinion, ayant pour adversaires non seulement les chercheurs MM. E. Martin, E. Bertrand et Reboux, mais encore Broca, de Quatrefages, Hamy, Alexandre Bertrand, Lartet, Pruner-Bey, etc.

On se rappellera, du reste, que G. de Mortillet n'a pas craint de rejeter dans le Néolithique, avec autant de légèreté que les crânes parisiens, les célèbres restes de Cro-Magnon et de Menton, sans compter bien d'autres; il m'est donc impossible de prendre en sérieuse considération l'avis isolé de G. de Mortillet dans le cas qui nous occupe, et, d'accord avec les sommités de l'époque, j'accepte la parfaite authenticité des débris humains de Grenelle et de Clichy, et je n'hésite pas à leur attribuer l'âge paléolithique inférieur tel que je l'ai signalé plus haut.

Nous pourrions passer maintenant à l'étude des crânes de manière à résumer l'opinion des savants anthropologues qui les ont étudiés, mais nous croyons ne pas en avoir fini avec le Quaternaire parisien.

Nous n'avons traité jusqu'ici que les questions relatives à l'âge des dépôts de la basse terrasse; il y a lieu à présent d'aborder l'examen des dépôts des hauts niveaux de Belgrand, c'est-à-dire de ce qui est, pour moi, la *moyenne terrasse.*

On se rappellera qu'en Belgique, les vallées offrent un système très constant de trois grandes terrasses :

Une terrasse inférieure, ou *basse terrasse*, s'élève approximativement de 5 à 10 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux dans la vallée.

A partir du bord externe de la basse terrasse s'élève une pente généralement rapide, d'une vingtaine de mètres de hauteur, qui nous mène à la *moyenne terrasse.* Celle-ci s'étend en conséquence depuis 30 mètres au-dessus du niveau d'eau actuel jusque 65 mètres au-dessus de ce même niveau. Les deux bords de cette moyenne terrasse peuvent donc présenter une dénivellation de 35 mètres, mais, dans ce cas, la terrasse est très large et sa pente toujours assez faible.

De 65 mètres à 100 mètres ou un peu moins, nouvelle montée rapide, et vers 100 mètres au-dessus du niveau d'eau actuel, apparaît une terrasse supérieure ou *haute terrasse,* qui monte en pente douce jusque 130 mètres.

Plus haut que 130 mètres au-dessus du fond s'étend le haut plateau.

J'ai remarqué le long du cours de l'Oise une disposition semblable, et il est aisé de voir qu'elle se présente à peu près de même aux environs de Paris.

En effet, le niveau normal de la Seine concordant avec la cote 26, nous voyons les dépôts de la basse terrasse s'élever jusqu'à la cote 33 maximum.

A partir de cette cote, le terrain s'élève en pente plus ou moins rapide jusque 30 mètres plus haut, ce qui nous amène entre les cotes 60 et 65, altitude des hauts niveaux de Belgrand et, par conséquent, de ma moyenne terrasse.

C'est sur cette terrasse que l'éminent ingénieur indique la présence d'un gravier avec sable et sable argileux, qu'il croit moins anciens que le limon du plateau.

Il y a là, sans aucun doute, des observations incomplètes, car il existe actuellement bon nombre de coupes qui montrent nettement tout autre chose.

Une course que j'ai faite en 1900, sous la conduite de M. A. Laville, m'a permis de contrôler les observations de ce géologue, l'un des meilleurs connaisseurs du Quaternaire des environs de Paris.

M. Laville m'a fait voir d'abord à Bicêtre, à l'altitude 63, précisément celle de la moyenne terrasse, sous 2 mètres de débris rapportés, une fort belle coupe, dite « carrière Mœuf », qui montre admirablement les dépôts de base de la terrasse.

La figure 4 reproduit ce que nous y avons vu.

Grâce à la découverte, déjà ancienne, dans le cailloutis inférieur, d'une molaire d'*Elephas meridionalis* à Gentilly, en situation semblable, et à la grande analogie existant entre la coupe de la carrière Mœuf et celle de Saint-Prest, près de Chartres, où les couches inférieures ont fourni toute la faune caractéristique de l'*Elephas meridionalis*, nous devons admettre que le cailloutis inférieur n° 10, le premier qui s'est étendu sur le soubassement tertiaire de la moyenne terrasse, représente le Pliocène supérieur.

Ensuite, la vallée s'étant creusée jusqu'au niveau de la terrasse inférieure, la grande crue, résultat du recul de la grande glaciation mindélienne (*Moséen*), s'est produite et s'est élevée jusqu'à recouvrir la moyenne terrasse, comme en Belgique.

C'est pendant la crue d'eau peu rapide que s'est déposé le lit sablo-marneux n° 9.

La crue ayant cessé, les eaux, devenant rapides, ont recreusé leur vallée au travers des sédiments fins déposés; elles ont ainsi raviné une bonne partie des sables marneux et ont recouvert ceux-ci, le long des bords, d'une nouvelle couche de cailloux n° 8 qui constitue le sommet du Quaternaire inférieur.

L'ensemble des couches 9 et 8 forme donc le Quaternaire inférieur, lequel renferme des ossements de la faune de l'*Elephas antiquus* en divers points de la moyenne terrasse, comme à Montreuil et à Reuilly (Belgrand).

Sur le cailloutis n° 8 s'étendent des sables obliquement stratifiés, dénommés par E. Belgrand : *sable aigre*, sans fossiles.

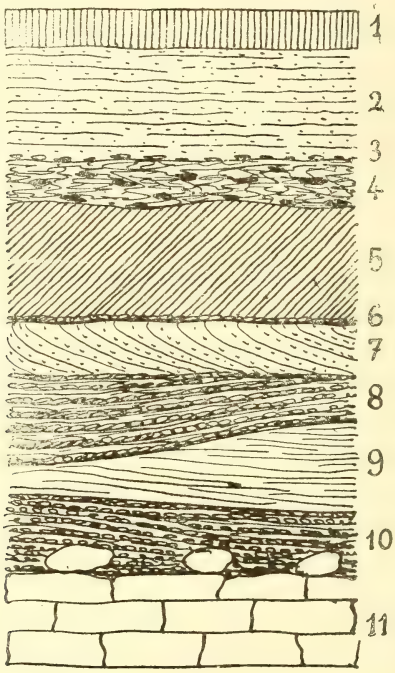


Fig. 4. — Coupe du sommet de la carrière Moeuf, a Bicêtre.

1. Terre à briques argileuse.
2. Limon sableux stratifié dit : *Ergeron*.
3. Lit mince de gravier.
4. Marne blanche avec cailloux épars.
5. Limon argileux stratifié.
6. Petit lit de cailloux.
7. Sable obliquement stratifié.
8. Gros cailloutis stratifié avec lits sableux.
9. Lit sablo-marneux.
10. Gros cailloutis avec blocs volumineux de grès de Fontainebleau.
11. Calcaire grossier supérieur à *Cerithium lapidum*.

C'est notre Campinien de Belgique, la partie inférieure mal développée du Quaternaire moyen, l'équivalent exact du sable aigre de la basse terrasse.

A la carrière Mœuf, le sable aigre est directement recouvert par un faible lit de gravier n° 6; mais Belgrand nous dit formellement qu'à Montreuil, par exemple, le sable aigre est recouvert du sable argileux ou *sable gras*, exactement comme sur la basse terrasse, et je ne doute pas un instant de l'exactitude de cette observation.

A Bicêtre, le *sable gras* a donc été raviné lors du dépôt du cailloutis n° 6.

Sur ce cailloutis s'étend le limon argileux stratifié n° 5, qui représente notre limon hesbayen, ou les limons moyens de Ladrière (grande crue hesbayenne causée par la fusion de glaces du Rissien).

Sur ce limon se voit une couche marneuse, blanche, avec cailloux épars, n° 4, qui anciennement m'embarrassait un peu.

Depuis les études de M. Commont à Saint-Acheul et à Montières, il est aisé d'y voir un représentant de la partie inférieure de l'Ergeron de la Somme qui serait, comme à Amiens, d'origine de ruissellement sur les pentes [1] et qui concorderait ainsi avec notre limon brabantien ou partie inférieure du Löss éolien (interglaciaire Riss-Würm) de l'Est de l'Europe

Au-dessus de cette couche intéressante apparaissent le petit cailloutis base de l'Ergeron n° 3, puis l'Ergeron normal n° 2, puis enfin le couronnement de terre à briques n° 1, la toute dernière couche du Quaternaire de nos régions.

Une coupe toute semblable est visible sur la terrasse moyenne de la vallée de l'Eure à Saint-Prest, que j'ai visitée en 1907.

La figure 5 montre la coupe telle que je l'ai relevée.

De grands éboulements empêchent de voir le contact du cailloutis pliocène K sur le soubassement de craie blanche.

Ici, l'ensemble des sables aigres et des sables gras de la base du Quaternaire moyen fait défaut, mais à Fortes-Maisons, sur le prolongement de la même terrasse vers Chartres, apparaît, sur le sable pliocène, un épais cailloutis exploité comme ballast et qui renferme des instruments amygdaloïdes à facies strépyien, chelléen et acheuléen inférieur mélangés et tous à arêtes fortement usées et arrondies.

Telle est la constitution des couches du bas de la terrasse moyenne

---

[1] Prof. V. Commont, *Les gisements paléolithiques de Saint-Acheul. Coupe du Quaternaire dans la vallée de la Somme* (*Géologie et Préhistoire*) (Compte rendu du Congrès de l'Ass. des Sciences tenu a Clermont-Ferrand, 1908.) — Voir aussi A. Rutot, *Les découvertes de M. le Prof^r. V. Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXIV, 1910.)

telles qu'elles sont visibles tant à Paris qu'à Saint-Prest. Cette coupe est insuffisante pour pouvoir se faire une idée complète des dépôts de la terrasse; aussi, au Sud de Paris, pour parfaire les notions nécessaires, est-il utile de pousser jusque Villejuif, où l'on rencontre plusieurs belles exploitations de limons.

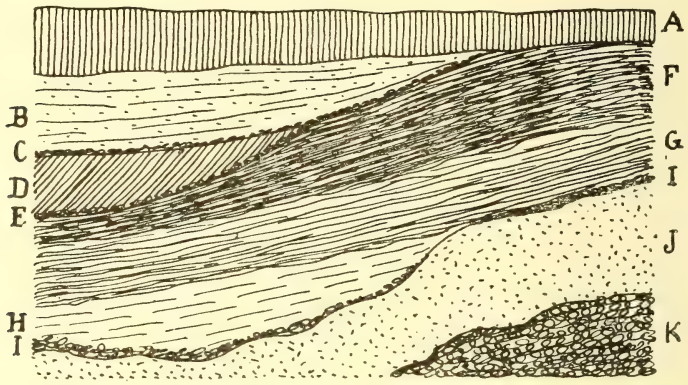


Fig. 5. — Coupe prise sur la moyenne terrasse de la vallée de l'Eure, a Saint-Prest.

A. Terre à briques.
B. Ergeron.
C. Mince lit de cailloux.
D. Limon brun argileux (Limon hesbayen).
E. Lit de cailloux.
F. Glaise rubéfiée. } (Glaise moséenne).
G. Glaise jaune, stratifiée. } (Glaise moséenne).
H. Glaise blanche, dure. } (Glaise moséenne).
I. Lit de gravier.
J. Sable à *Elephas meridionalis*. (Pliocène supérieur.)
K. Gravier de base. (Pliocène supérieur.) [1]

M. A. Laville m'a surtout fait visiter deux exploitations voisines, connues sous les noms de carrière Grellet et de carrière Bouchon, et dont les coupes sont bien intéressantes. Elles s'ouvrent vers la cote 90.

---

[1] Notons qu'à Saint-Prest le cailloutis *K* renferme les éolithes du Saint-Prestien, le cailloutis *I* a fourni l'industrie éolithique reutélienne; enfin le cailloutis *E* contient à la fois un mélange d'éolithes du Mesvinien et de paléolithes du Strépyien, du Chelléen et de l'Acheuléen inférieur, ce qui est dû à l'absence des couches renfermant ces industries normalement séparées.

Voici d'abord (fig. 6) la coupe de la carrière Grellet telle que je l'ai vue et complétée par des observations de M. Laville [1] :

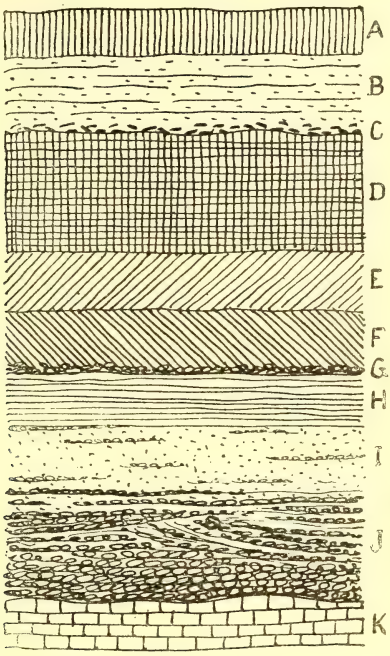


Fig. 6. — Coupe de la carrière Grellet, a Villejuif.

A. Terre à briques le plus souvent remaniée et renfermant des éclats de silex et des instruments, les uns rapportables au Néolithique, les autres à des industries de la fin du Paléolithique 1m20

B. Ergeron ou limon sableux, très stratifié, gris-jaune clair . 1.50

C. Lit d'éclats de silex, avec bulbe de percussion et industrie à facies moustérien. On y a trouvé des débris d'Antilope et de Cheval.

D. Limon brun-rouge, fendillé 2.20

E. Limon doux, sableux, à points noirs 1.60

F. Limon argileux panaché, avec des cailloux épars et restes de Mammouth 0.70

G. Cailloutis de silex.

H. Sable limoneux avec coquilles fluviatiles (*sable gras*) 1.50 à 2.00

I. Sable meuble (*sable aigre*) . . . . . 1.50 à 2.00

J. Cailloutis ou gravier de fond avec, parfois, de très gros blocs de meulière ou de grès de Fontainebleau . . . 3.00

K. Couches de l'Éocène.

---

[1] M A. Laville a publié un certain nombre de travaux sur les limons de Villejuif, notamment : *Étude des limons et graviers quaternaires à silex taillés de Villejuif.* (L'Anthropologie, t. IX, 1898.) — *Les sables et les limons quaternaires à silex taillés de Villejuif.* (Bull. Soc. d'Anthrop. de Paris, 1908.) — *Étude des limons quaternaires de Villejuif.* (La Feuille des jeunes Naturalistes, Paris, 1904.)

Voici maintenant la coupe de la carrière Bouchon :

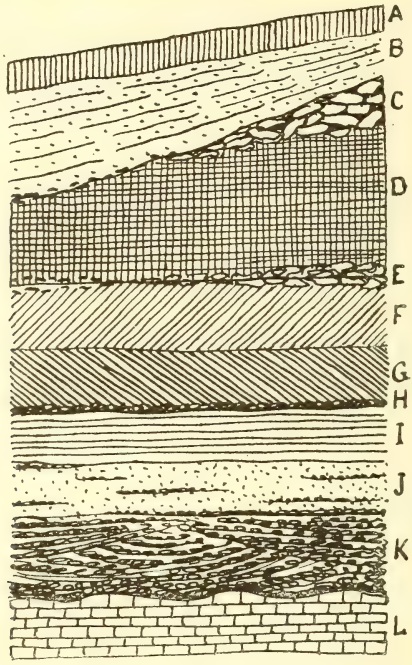


Fig. 7. — Coupe de la carrière Bouchon, a Villejuif.

A. Terre à briques plus ou moins remaniée. 0m40

B. Limon sableux stratifié, dit Ergeron . . . . . 1 à 3.00

C. Éboulis de gros fragments de meulière de la Brie, avec cailloutis généralement peu développé en continuation. Parfois il se dédouble. Maximum 1.00

D. Limon rougeâtre, fendillé [1] 5.00

E. Lit continu de cailloux de silex, épais vers l'intérieur, allant en diminuant vers l'extérieur où parfois il se dédouble. Ce cailloutis renferme de beaux coups-de-poing, très bien travaillés, du type Acheuléen supérieur . . 0.30

F. Limon à points noirs . . . . . 6 à 7.00

G. Limon panaché, argileux, renfermant parfois, mais rarement, quelques silex taillés, probablement descendus du haut pendant le dépôt du limon . . . . . 3 à 4.00

H. Cailloutis de silex formé de gros éléments plus ou moins espacés . . . . . 0.10 à 0.50

I. Sable marneux, cohérent, stratifié, équivalent du *sable gras*. 1.00

J. Sable gris stratifié (*sable aigre*) 2.00

K. Épais cailloutis de silex ou gravier de fond 3.00

L. Terrain éocène.

---

[1] Lors de notre visite à la carrière Bouchon, M. A. Laville a bien voulu me dire que sur une autre paroi que celle ici représentée, il a vu, entre l'Ergeron ***B*** et le limon fendillé ***D***, une lentille de *limon gris à succinées*, épargnée par la dénudation. Elle avait une longueur de 10 mètres et 2m50 d'épaisseur maximum. Tous les termes des limons moyens de Ladrière se trouvaient donc typiquement représentés et dans leur position normale.

On reconnaîtra facilement, dans la figure 6, l'Ergeron avec sa terre à briques au sommet (*A* et *B*), puis un beau développement du limon hesbayen ou limons moyens de Ladrière (*D*, *E*, *F*), puis les sables gras et les sables aigres du Campinien (partie inférieure du Quaternaire moyen) reposant sur un gros cailloutis de fond représentant probablement le brassage des éléments du Pliocène avec ceux du Quaternaire inférieur.

La figure 7 nous montre la coupe de la carrière Bouchon, le long d'une paroi dirigée selon la pente.

Celle-ci est analogue à la précédente, mais elle présente quelques particularités intéressantes.

L'une de ces particularités réside dans l'intrusion, entre l'Ergeron *B* et le limon fendillé (sommet du Hesbayen) *D*, d'un bloc d'éboulis des pentes, amené sans doute par le ruissellement et qui représente les Ergerons inférieurs de Saint-Acheul (1), et dont le lit marneux avec éclats de silex n° 4 de la coupe de la carrière Mœuf est le prolongement.

On se rappellera que dans le travail qui vient d'être cité, je considère les Ergerons inférieurs de M. Commont et leurs représentants sur la moyenne terrasse de la vallée de la Seine comme synchroniques du limon brabantien de Belgique et du Löss éolien interglaciaire des Allemands.

Une autre particularité est la disposition du cailloutis *E* séparant le limon fendillé *D* du limon à points noirs *F*, qui se présente également avec plus d'épaisseur du côté interne que du côté externe. Cette disposition est encore due à un éboulement sur les pentes, causé par le ruissellement, pendant l'interruption partout constatée de la grande crue hesbayenne.

Ici, les preuves évidentes de cette interruption, due à une oscillation du front de la calotte de glace du Rissien en retrait, sont encore accentuées par la présence de la magnifique industrie Acheuléen II.

La coupe de la carrière Bouchon, interprétée d'après les données des coupes belges et celles de Saint-Acheul, donne donc :

A. Terre à briques plus ou moins remaniée.
B. Ergeron.
C. Éboulis et ruissellement synchronique du Löss éolien (*Jüngerer Löss* interglaciaire du Dr Wüst).
D. Limon fendillé.

---

(1) A. Rutot, *Les découvertes de M. le Profr V. Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXIV, 1910.) Dans cet éboulis, M. Laville a rencontré, à la carrière Bouchon, plusieurs belles haches de type Acheuléen II.

E. Éboulis des pentes pendant l'interruption de la grande crue hesbayenne post-rissienne.

F. et *G*. Partie inférieure des limons moyens ou du limon hesbayen.

H. Cailloutis équivalent de la *Presle* à Saint-Acheul, niveau, en Belgique et à Saint-Acheul, de l'Acheuléen inférieur ou Acheuléen I.

I et *J*. *Sable gras* et *sable aigre,* équivalents de la glaise et du sable campinien de Belgique.

K. Gros cailloutis de brassage.

Vers l'altitude de 90 mètres, les dépôts de la moyenne terrasse se terminent en biseau et la pente reprend, nous menant assez rapidement à la cote 123, sommet du plateau des Hautes-Bruyères qui, à mon avis, n'est autre chose que l'équivalent de la haute terrasse des vallées de Belgique.

Ce qui le prouve, c'est que l'Ergeron a suivi la pente et se montre encore, mais seul, sur la hauteur, à la cote 123.

Là, M. Laville nous a fait constater la coupe suivante :

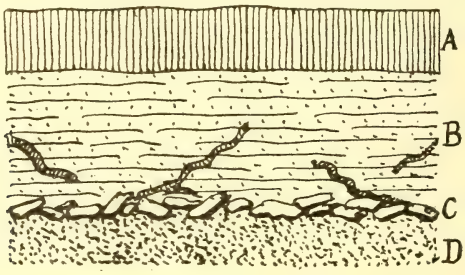


Fig. 8. — Coupe au sommet du plateau des Hautes-Bruyères.

A. Terre à briques 0m80

B. Ergeron normal avec galeries souterraines de Spermophyles 2.50

C. Cailloux de roches tertiaires paraissant plus ou moins déplacés et mélangés d'ergeron et de sable.

D. Sables de Fontainebleau (soubassement tertiaire).

Ici encore se présente une particularité des plus intéressantes que m'a signalée M. Laville et que j'ai pu vérifier sur place.

Dans la masse de l'Ergeron, épaisse de 2m50, on voit des galeries descendre obliquement et pénétrer jusque dans le cailloutis *C*.

Or, dans le cailloutis et dans les galeries, M. A. Laville a recueilli de nombreux crânes et ossements de Spermophyles, et ce sont ces

animaux qui ont creusé les galeries qui descendent au travers de l'Ergeron jusqu'au niveau du cailloutis dont les éléments ont été déplacés quelque peu par leur travail.

Ce fait, tout en me paraissant intéressant, n'évoquait guère en moi de conclusion de quelque importance.

Après le dépôt de l'Ergeron et peut-être de la terre à briques, des rongeurs voisins des Marmottes ont creusé leurs terriers pour hiverner; mais aujourd'hui, la constatation de ce fait présente un intérêt spécial, depuis que nous savons que la période moderne n'a pas commencé aussitôt après le dépôt de la terre à briques ([1]).

Grâce aux recherches de M. Commont, nous savons aujourd'hui que la terre à briques date du temps où l'humanité paléolithique en était au Magdalénien inférieur, de sorte qu'il est hautement probable que la fin du Magdalénien s'est écoulée entre le dépôt de la terre à briques et le commencement de l'époque des grandes tourbières.

Entre ces deux dépôts, il s'est donc écoulé une période froide caractérisée par une lacune de sédimentation, à la fin de laquelle a eu lieu l'épisode du grand détritique, et c'est précisément pendant cette lacune, correspondant à la fin du Post-Glaciaire, que les Spermophyles ont creusé leurs terriers au sommet du plateau des Hautes-Bruyères.

Pour terminer, je ne crois pouvoir mieux faire que de résumer diagrammatiquement l'ensemble du Quaternaire de la vallée de la Seine en donnant ci-après deux figures à placer bout à bout et représentant, l'une l'ensemble des dépôts de la basse terrasse, l'autre celui de la moyenne terrasse et du plateau; il doit être entendu qu'il n'est ici question que de simples croquis, la mise à l'échelle nécessitant, sans réelle utilité, la confection d'une planche d'importantes dimensions. (Voir figures 9 et 10 ci-après.)

Il est, à mon avis, évident, d'après des coupes rencontrées dans les bas niveaux de Belgique, notamment à l'exploitation Hélin, à Spiennes, que la coupe de la basse terrasse donnée page suivante ne montre pas la disposition originaire des dépôts.

Si la coupe était complète, on devrait rencontrer entre le cailloutis de fond *G* et le soubassement éocène *T*, des lambeaux de Quaternaire inférieur, synchroniques du Moséen de Belgique, composés de gravier, de sables et de glaise.

([1]) A. Rutot, *Glaciations et Humanité.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXIV, 1910.)

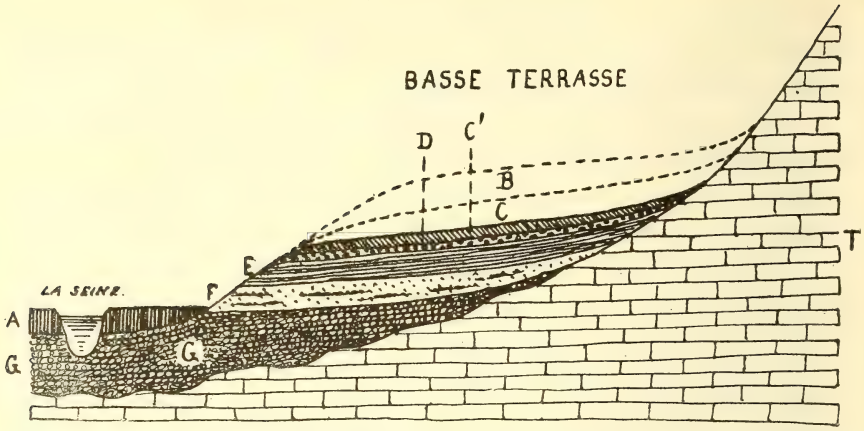


Fig. 9. — Coupe montrant les dépots de la basse terrasse de la vallée de la Seine, avec la restitution des couches manquantes, enlevées par les érosions modernes.

A. Alluvions modernes du fleuve, parfois absentes, parfois visibles là où le courant est faible, le long des bords convexes : tourbe, sable et sable très argileux.

B. Terre à briques et Ergeron, souvent entièrement enlevés par dénudation.

C. Partie supérieure et moyenne des *limons moyens*, souvent enlevées par dénudation.

C'. Partie inférieure des limons moyens, décalcarisée et rubéfiée par altération profonde, actuellement conservée.

D. Cailloutis situé à la base des limons moyens, rubéfié et altéré.

E. Sable argileux dit *sable gras*.

F. Alternances de lits sableux (*sable aigre*) et caillouteux, avec un niveau de blocs erratiques, qui renferment la majeure partie des crânes de Grenelle et de Clichy. Les uns ont été rencontrés vers le sommet de la couche (moyens niveaux supérieurs du Dr Hamy), les autres ont été recueillis vers le bas de la couche (moyens niveaux inférieurs du Dr Hamy).

G. Gravier de fond, renfermant des ossements humains rares et la faune de l'*Elephas antiquus* mélangée à des instruments amygdaloïdes rudimentaires de type strépyien.

T. Soubassement éocène.

Dans le diagramme donné ci-dessus, nous n'avons pas figuré les vestiges des couches inférieures, parce que nous n'avons pas eu l'occasion de les observer autour de Paris ; mais il doit se trouver des points où elles se trouvent sûrement.

A Abbeville, elles apparaissent nettement tout au bas de la basse terrasse de Menchecourt, en dessous du cailloutis qui s'étend sous le sable à *Corbicula fluminalis*.

Passons maintenant à la moyenne terrasse.

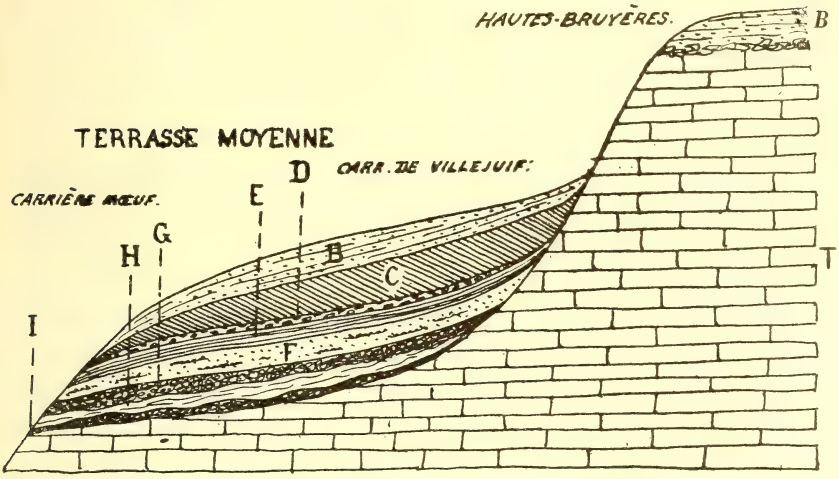


Fig. 10. — Coupe montrant les dépots de la moyenne terrasse et du plateau aux points ou ils ont été intégralement conservés a l'abri des dénudations, comme sur les versants tournés vers le Nord et le Nord-Est.

B. Terre à briques et Ergeron.
C. Ensemble constituant la masse des « limons moyens ».
D. Cailloutis situé à la base des *limons moyens.*
E. Sable argileux ou *sable gras.*
F. Alternances de sable (*aigre*) et de cailloux.
G. Cailloutis de base du Quaternaire à faune de l'*Elephas antiquus.*
H. Lambeaux de sable du Pliocène supérieur à faune de l'*Elephas meridionalis.*
I. Cailloutis base du Pliocène supérieur.
T. Soubassement tertiaire.

Sauf en de rares points où subsistent des lambeaux de Pliocène supérieur, comme à l'exploitation Mœuf, à Bicêtre, le cailloutis *G* a raviné entièrement les dépôts pliocènes et a mêlé ses éléments à ceux du gravier I.

De plus, ce cailloutis *G* remplace le détail du Quaternaire inférieur que l'on voit très nettement à Saint-Prest et aussi à Guise, dans la vallée de l'Oise, par exemple.

Il est à remarquer que dans les dépôts de la moyenne terrasse, dans les carrières de Villejuif (Grellet et Bouchon), on rencontre l'industrie moustérienne entre l'Ergeron *B* et les *limons moyens C,* et que dans ces limons moyens, à la limite entre le limon fendillé et la masse limoneuse inférieure, se trouve l'industrie Acheuléen II.

M. A. Laville a recueilli à Villejuif, pour l'École des Mines de Paris, de très belles séries de ces deux industries.

Enfin, à 123 mètres d'altitude, sur le plateau des Hautes-Bruyères, qui, pour moi, correspond simplement à la haute terrasse, n'apparaissent que la terre à briques et l'Ergeron, recouvrant des instruments pouvant appartenir à l'Acheuléen II et au Moustérien, ainsi que l'a montré M. Laville.

Le même observateur nous a fait voir que ces couches, les toutes dernières du Quaternaire, sont percées par des galeries de Spermophyles [1].

L'Ergeron et la terre à briques, *derniers termes du Quaternaire supérieur,* constituent donc en réalité ce fameux *limon des hauts plateaux* de Belgrand et des géologues de l'époque, dont l'antiquité était tellement grande qu'il devait appartenir aux temps tertiaires, vu qu'il avait été déposé alors que le creusement des vallées s'ébauchait à peine!

Nous voilà bien loin de ces vieilles idées, si tenaces encore chez certains géologues non préhistoriens; il serait décidément temps de les abandonner pour toujours.

En somme, on voit que la stratigraphie du Quaternaire confirme ce qu'annonçait la faune; elle démontre que les dépôts de la basse et de la moyenne terrasse — sauf les dépôts du Pliocène supérieur absolument propres à la moyenne terrasse — sont de même âge, et présentent la même faune et la même constitution lithologique.

Nous voilà loin aussi de la théorie de Prestwich, en vertu de laquelle ses partisans, beaucoup plus obstinés que l'illustre géologue anglais, déclaraient les terrasses et leurs dépôts complètement autonomes et d'âge très différent.

Ce principe n'est vrai que pour la formation des terrasses et pour le *premier dépôt* qui y a été abandonné; mais une fois ce premier dépôt opéré : Pliocène supérieur pour la moyenne terrasse, Quaternaire inférieur pour la basse terrasse, tout le reste est d'âge complètement indépendant de celui de la terrasse et dépend uniquement de la hauteur des crues.

Et c'est ainsi que, dès que nous sommes au-dessus des couches du Pliocène inférieur, nous retrouvons sur la basse comme sur la moyenne terrasse, les mêmes graviers de fond avec la même faune à *Elephas antiquus*, et, plus haut, les mêmes sables aigres et les mêmes sables gras à

---

[1] Dans la coupe figure 10, il doit être entendu que, primitivement, l'ergeron *B* de la terrasse moyenne se raccordait directement à l'ergeron *B* du haut plateau. La discontinuité actuelle résulte du simple délavage de la couche sur le versant rapide, par les eaux de pluie.

faune mixte de l'*Elephas antiquus* et du Mammouth et les mêmes limons par-dessus.

Ces faits, qui semblent si profondément étranges aux partisans de la théorie de Prestwich, sont tout simplement dus à l'amplitude des grandes crues qui ont suivi l'apogée des glaciations, crues causées par les difficultés d'écoulement des eaux de fonte des glaces des régions montagneuses vers l'Océan, dans le Nord de la France, dans le Sud de l'Angleterre, en Belgique et dans l'Allemagne du Nord.

Ces crues, dont l'une a pu s'élever jusque 130 mètres au-dessus du niveau normal actuel, ont naturellement atteint et recouvert au moins la basse et la moyenne terrasse, et ont abandonné sur chacune d'elles les mêmes dépôts, datant de la même époque et renfermant la même faune, et lorsque l'on possède la notion de l'existence certaine de ces crues, on ne peut plus s'étonner de constater les faits que l'on observe.

Ces faits se sont passés dans le Bassin de Paris comme en Belgique, sauf différence sur un point de détail.

En effet, dans le Nord de la France et en Angleterre (vallée de la Tamise, notamment), il y a eu quatre *grandes* crues glaciaires au lieu de trois, comme en Belgique.

En effet, nous avons eu les crues : moséenne, hesbayenne, flandrienne, avec trois crues intermédiaires campiniennes d'une quinzaine de mètres, intercalées entre le Moséen et le Hesbayen.

Or, à cause d'embâcles et d'autres difficultés vers l'embouchure de la Seine, — fleuve qui, à cause de la réunion de la Grande-Bretagne au continent, se jetait dans l'Océan loin à l'Ouest de son embouchure actuelle, après avoir reçu la Somme et avoir traversé la Bretagne rocheuse en vallée étroite et profonde, — il semble que les crues d'âge campinien (assise inférieure du Quaternaire moyen), qui correspondent à des oscillations dans la progression des glaciers rissiens, ont été sensiblement plus fortes dans le bassin de la Seine et de ses affluents qu'en Belgique.

Les eaux de ces crues, qui n'ont guère dépassé 15 mètres en Belgique et n'ont envahi que la basse terrasse, ont vu leur niveau doubler dans le Nord de la France et atteindre, aux environs de Paris, la hauteur de 30 à 35 mètres, nécessaire pour recouvrir aussi la moyenne terrasse et pour y déposer leurs sédiments, représentés par les sables aigres, les sables gras et le gravier qui surmonte ceux-ci.

Plus tard, lors de la fusion des glaces du Rissien, la grande crue hesbayenne s'est produite, dans la vallée de la Seine comme en

Belgique, avec cette différence que c'est dans notre pays que la crue a été la plus forte (150 mètres). A Paris, la crue hesbayenne ne paraît pas avoir dépassé 50 mètres.

En revanche, la crue flandrienne ou de l'Ergeron a dû atteindre au moins 100 mètres pour envahir le plateau à 123 mètres d'altitude; en Belgique, l'Ergeron n'a pas atteint tout à fait cette hauteur.

Ces différences locales sont dues à ce que le groupe fluvial Seine-Somme s'est toujours jeté dans l'Océan Atlantique, tandis que les fleuves de Belgique ont fait partie du groupe Escaut-Meuse-Rhin-Elbe-Tamise, qui coulait en sens opposé et se jetait dans l'Océan Arctique, ainsi que nous l'avons rappelé ci-dessus.

Les glaciations, cause des crues, ont agi partout de même, mais les eaux de fusion de ces glaciations ont suivi des parcours différents suivant les régions où elles coulaient, d'où les variations locales que l'on constate.

Nous croyons avoir exposé, dans les lignes qui précèdent, nos vues sur le Quaternaire parisien d'une manière suffisante pour que l'on ait pu comprendre les motifs de nos conclusions relatives à l'âge des restes humains de Grenelle et de Clichy; le moment est donc venu de donner une description sommaire de ces précieux restes.

IV. — Description sommaire des restes humains de Grenelle et de Clichy.

Pour faire la description sommaire que nous nous sommes proposé, nous reprendrons la nomenclature des trouvailles *par niveaux*, telle que nous l'avons donnée ci-dessus, pages 139-140.

Pour le moment, le niveau stratigraphique de chaque pièce est, pour nous, plus important que le classement par races, tel qu'il est présenté dans *Crania ethnica*.

Il n'en est pas moins vrai que nous empruntons tous nos renseignements anthropologiques à ce célèbre ouvrage et, pour terminer, nous tirerons toutes les conclusions nécessaires en alliant les résultats des études géologiques, d'une part, et anthropologiques, de l'autre.

A. *Graviers de fond.*

Dans tout l'ensemble des trouvailles faites tant à Grenelle qu'à Clichy, une seule est signalée comme effectuée dans les graviers de fond à faune de l'*Elephas antiquus* et de l'Hippopotame.

Cette découverte consiste en une calotte cranienne, trouvée par M. E. Martin à la carrière Hélie, rue Saint-Charles, à Grenelle, après l'époque du Congrès international de Paris, en 1867, et dont le Dr Hamy a parlé pour la première fois au Congrès international de Stockholm, en 1874.

La note publiée à ce Congrès est peu développée, et ce ne fut qu'au Congrès international de Paris, en 1889, que le Dr Hamy parla de la trouvaille en termes plus détaillés. Il n'est donc pas question de ces débris dans *Crania ethnica*.

Voici le résumé de la documentation parue dans la note intitulée : *Nouveaux matériaux pour servir à l'étude de la paléontologie humaine*, publiée dans les comptes rendus du Congrès de Paris, en 1889.

C'est en pratiquant des excavations au fond de la carrière Hélie, pour en observer les couches inférieures, que M. E. Martin découvrit en plein « gravier de fond », à 7 mètres de profondeur (cote 24) et à 5m60 sous le niveau des débris humains précédemment trouvés, quelques débris de crâne décomposés, blanchâtres, dont le zélé chercheur ne reconnut pas tout d'abord les rapports.

Ayant confié ces débris au Dr Hamy, celui-ci s'aperçut que les fragments s'ajoutaient les uns aux autres et, le tout remis en place, montra que l'on se trouvait en présence d'une calotte cranienne fort incomplète, mais dont on pouvait tracer le profil.

Dans son travail, le Dr Hamy montre que la courbe du crâne, en profil, suit d'abord très exactement celle de la calotte d'Eguisheim, puis la dépasse quelque peu en saillie au-dessus de la glabelle; ensuite, la courbe s'aplatit pour devenir intermédiaire entre celles correspondantes d'Eguisheim et de Canstadt.

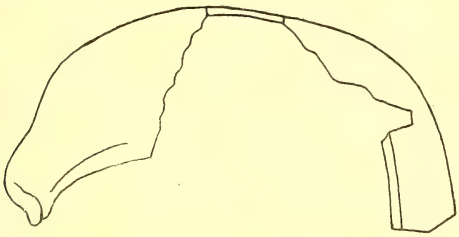


Fig. 11. — Calotte cranienne du gravier de fond de la carrière Hélie, a Grenelle. Vue de profil. (1/3 grand. nat.)

L'os est épais, le tissu compact, les denticules des sutures sont simples.

La dépression transversale qui sépare les saillies sourcilières de la

bosse frontale médiane est un peu moins accusée sur le crâne de Grenelle que sur celui d'Eguisheim, mais elle est plus sensible que sur le crâne de Canstadt.

La racine du nez est assez large et ce qui reste des orbites correspond à des cavités arrondies du haut et développées dans le sens vertical.

Faute d'en savoir plus long à cette époque, le Dr Hamy classe le crâne des graviers de fond de Grenelle dans la *race de Canstadt*, plus connue de nos jours sous le nom de *race de Neanderthal*, dans laquelle il plaçait du reste aussi le crâne d'Eguisheim.

Aujourd'hui, les idées se sont modifiées et la majeure partie des anthropologues ne classent plus la calotte d'Eguisheim parmi les représentants de la race de Neanderthal ; en effet, cette calotte présente un front, rudimentaire il est vrai, mais sensible.

En réalité, le crâne d'Eguisheim se rapproche, par son profil, de ceux de Galley-Hill, de Brünn et de Combe-Capelle, considérés aujourd'hui comme des stades de transition entre la race de Neanderthal et celle de Cro-Magnon, et à plus forte raison faut-il rattacher à ce stade évolutif la calotte du gravier de fond de Grenelle, dont le front est un peu plus développé que celui existant sur le crâne d'Eguisheim.

Au point de vue morphologique, le crâne dont il est ici question vient s'ajouter aux stades connus de l'évolution du type primitif ou de Neanderthal au type fixé de Cro-Magnon et qui sont : Galley-Hill, Brünn et Combe-Capelle ; enfin, si l'on se place au point de vue chronologique et industriel, le crâne des graviers de fond de Grenelle se date nettement comme d'âge strépyien ou commencement du Paléolithique, ce qui le fait se placer exactement à côté du crâne de Galley-Hill, que je considère, après une nouvelle étude [1], comme exactement de même âge.

Nous posséderions donc actuellement deux crânes strépyiens : ce sont ceux de Galley-Hill et de Grenelle (gravier de fond), et il se fait que non seulement ils sont de même type, mais leurs caractères morphologiques, dont le principal est la présence d'un front peu élevé, sont précisément ce qu'ils devaient montrer pour que nous y reconnaissions la trace certaine du premier développement cérébral qui a permis la transformation de la mentalité stagnante de l'humanité primitive ou éolithique, en mentalité évolutive et progressive, dont la première conception a été de transformer l'outillage de pierre en mettant en

---

[1] A. Rutot, *Coup d'œil synthétique sur l'époque des cavernes.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXIII, 1909.)

pratique le principe de la *taille intentionnelle* aussitôt après sa conception.

Si nous faisons de l'ensemble des primitifs à front et à menton fuyants — qu'ils soient du type en évolution comme l'Homme de Mauer, ou du type évolué et fixé comme l'Homme de Neanderthal, du Moustier, de Spy, de la Chapelle-aux-Saints, etc. — l'*Homo primigenius*, nous devons alors considérer les crânes de Galley-Hill et de Grenelle comme les premiers représentants en évolution de l'*Homo sapiens*.

B. *Alluvion de Belgrand; niveaux moyens de Quatrefages et du Dr Hamy.*

Nous allons maintenant aborder l'étude des nombreux restes crâniens rencontrés, tant à Grenelle qu'à Clichy, dans les alternances de sable meuble ou *sable aigre* et de gravier.

Mais nous avons vu précédemment que ces matériaux ont été rencontrés à deux niveaux dans ces alternances, appelées *alluvion* par Belgrand et *niveaux moyens* par les auteurs de *Crania ethnica*.

En effet, un groupe d'ossements humains a été recueilli vers le bas de l'alluvion, au-dessous d'un horizon moyen marqué par la présence d'un certain nombre de blocs de roches : meulière, grès, quartz, granite du Morvan, d'où le nom assez peu heureux de *moyens niveaux inférieurs*, qui doit se comprendre : partie inférieure des moyens niveaux.

D'autre part, un autre groupe très important d'ossements a été retiré du sommet des niveaux moyens, vers la transition du *sable aigre* au *sable gras*, de sorte que nous devons diviser l'ensemble des trouvailles faites dans l'alluvion de Belgrand en deux groupes superposés :

B1. — *Partie inférieure de l'alluvion, avec blocs erratiques.*

Les débris humains des environs de Paris rencontrés dans la partie inférieure de l'alluvion de Belgrand proviennent de quatre emplacements différents ; en conséquence, de nouvelles subdivisions s'imposent :

a. Débris humains de la carrière Hélie.

Dans la carrière Hélie, M. E. Martin a recueilli deux calottes craniennes, décrites dans *Crania ethnica* et portant les numéros 1 et 2 de la carrière Hélie.

Il doit être bien entendu que ces numéros des auteurs de *Crania ethnica* ne concordent pas avec la numérotation de M. E. Martin.

De plus, il est bon de rappeler qu'en deux passages du texte il y a contradiction au sujet du niveau inférieur ou supérieur des deux crânes 1 et 2. D'une part, il est dit qu'ils ont été recueillis *sous* le niveau à blocs erratiques, tandis que, d'autre part, ils sont signalés comme provenant du niveau à crânes brachycéphales et, par conséquent, du niveau supérieur.

L'affirmation la plus probable fait pencher pour le niveau inférieur, où nous les classons.

1. *Grenelle, Carrière Hélie, Crâne n° 1.* — Ce crâne est considéré comme masculin et déterminé comme dolichocéphale de la race de Cro-Magnon. Indice céphalique 74.45.

Ses contours suivent à peu près ceux des crânes types masculins de Cro-Magnon, mais à une échelle réduite : *le front est un peu moins*

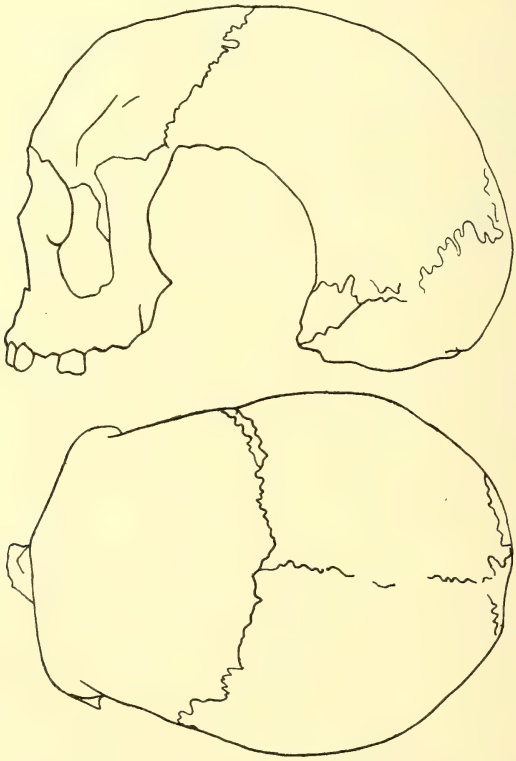


Fig 12. — Crane masculin n° 1 de la carrière Hélie, a Grenelle. Partie inférieure des niveaux moyens Rapporté à la race de Cro-Magnon. Vu de profil et en *norma verticalis*. (1/3 grand. nat.)

élevé et le sommet du crâne est plus plat; l'aspect pentagonal du type de Cro-Magnon est aussi moins marqué.

En somme, le crâne n° 1 de Grenelle, carrière Hélie, semble bien appartenir au type de Cro-Magnon, *mais à un stade moins évolué* que le type fixé de Cro-Magnon.

D'abord la taille des sujets est loin d'atteindre la haute stature des vrais Cro-Magnon; de plus, ceux-ci ont un front plus élevé et le crâne moins plat.

Le sujet de Grenelle serait donc caractérisé comme un ancêtre des Cro-Magnon typiques, ce que justifie sa position dans les moyens niveaux du Diluvium parisien, bien inférieure à l'Aurignacien moyen des cavernes, attendu que nous ne pouvons accorder à l'industrie de l'homme de Grenelle d'autre âge que l'âge *chelléen*.

Fig. 13. — Crane féminin n° 2 de la carrière Hélie, a Grenelle. Partie inférieure des niveaux moyens. Rapporté à la race de Cro-Magnon Vu de profil et en *norma verticalis*. (1/3 grand. nat.)

Grenelle, Carrière Hélie, Crâne n° 2 (1). — Le crâne n° 2 est considéré par les auteurs de *Crania ethnica* comme un représentant féminin de la race de Cro-Magnon. Indice céphalique : 75.45. (Voir fig. 13.)

De même que le crâne masculin n° 1 est relativement plus petit et moins évolué que ses correspondants de Cro-Magnon, le crâne féminin n° 2 est sensiblement plus petit que le crâne de femme de Cro-Magnon, mais il en reproduit fidèlement les courbes. Il est le moins mutilé.

La mâchoire supérieure est à peu près complète et la superposition des contours du n° 2 de Grenelle et du n° 2 de Cro-Magnon fait voir que *le prognathisme est plus accentué sur le sujet de Grenelle*, dont toutes les courbes faciales débordent en avant les lignes du contour en profil de Cro-Magnon.

Le crâne n° 2 de Grenelle est accompagné d'un fragment important de la mâchoire inférieure et l'on remarque que *la saillie mentonnière est beaucoup moins accusée* que dans les mâchoires de Cro-Magnon.

En somme, le crâne n° 2 de Grenelle est au crâne n° 2 de Cro-Magnon, ce que le crâne n° 1 de Grenelle est au type n° 1 de Cro-Magnon ; c'est-à-dire que le facies dolichocéphale féminin des moyens niveaux de Grenelle est une forme ancestrale du type féminin de Cro-Magnon, exactement au même titre que pour les facies masculins de Grenelle et de Cro-Magnon.

Les crânes n°s 1 et 2 de Grenelle, carrière Hélie, constituent donc un groupe harmonieux, de haute valeur scientifique démonstrative, et la science serait là en présence des restes authentiques d'un homme et d'une femme d'*âge chelléen*.

b. Débris humains de la carrière Coulon.

A peu près à l'époque où M. E. Martin recueillait des ossements humains dans la carrière Hélie, il en rencontrait aussi dans une exploitation toute voisine, dite carrière Coulon.

Dans cette carrière, trois débris craniens paraissent avoir été trouvés dans la partie inférieure des moyens niveaux, correspondant absolument à l'horizon de même altitude de la carrière Hélie.

---

(1) Ce crâne est figuré en grandeur naturelle, de face et de profil, dans l'Atlas accompagnant le texte de *Crania ethnica* (pl. VI et VII). A l'explication de la planche VI, il est inscrit : « Tête trouvée avec deux autres et de nombreux ossements du tronc et des membres encore en connexion, dans les alluvions des moyens niveaux de Grenelle, *au-dessous du niveau des blocs erratiques*, avec un fragment de défense d'Éléphant, plusieurs bois de Renne, des silex taillés, etc. »

MM. de Quatrefages et le Dr Hamy ont dénommé ces restes : Grenelle, Carrière Coulon, nos 1, 2 et 3.

De ces trois restes craniens, les nos 1 et 2 ne sont que vaguement signalés dans une note au bas de page, seul le n° 3 est décrit sommairement. (Voir fig. 14.)

Ce crâne est rapporté au facies féminin du type de Cro-Magnon, et ses courbes, tant de profil que de dessus, s'écartent très peu de celles des crânes n° 2 de Cro-Magnon et n° 2 de Grenelle (carrière Hélie). On constate toutefois que le front est un peu plus bombé, mais vers l'arrière la voûte est aussi plus plate.

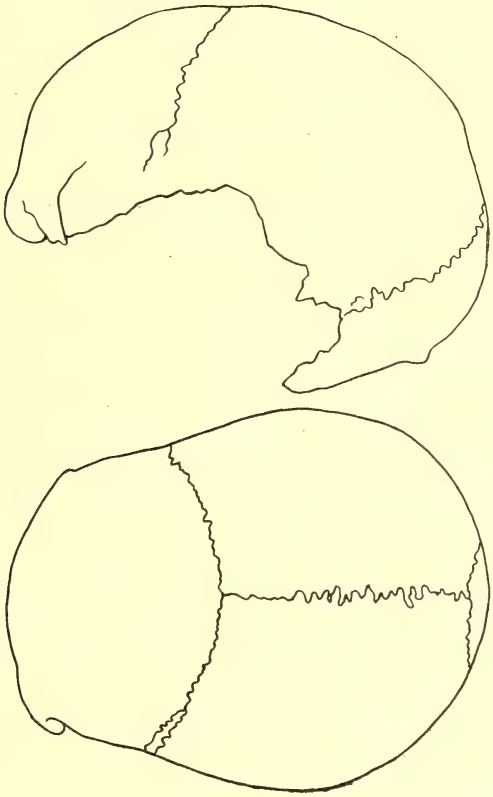


Fig. 14. — Crane féminin n° 3 de la carrière Coulon, a Grenelle.

Partie inférieure des niveaux moyens. Rapporté à la race de Cro-Magnon. Vu de profil et en *norma verticalis*. (1/3 grand. nat.)

Le crâne n° 3 (carrière Coulon) rentre donc, comme les nos 1 et 2 (carrière Hélie) dans le facies ancestral du type de Cro-Magnon ; il est, du reste, également d'*âge chelléen*.

c. Débris humains de Clichy.

Vers Clichy, deux découvertes ont été faites au bas des moyens niveaux. La plus importante est due à M. Eug. Bertrand, qui a trouvé, avenue de Clichy, un squelette humain ; la seconde a été faite par M. Reboux dans une carrière de l'avenue de la Chaumière.

a. *Squelette de l'avenue de Clichy.* — Le 18 avril 1868, M. Eugène Bertrand, étudiant au Collège Chaptal, visitant une sablière située avenue de Clichy, aux Batignolles, découvrit, en place, des ossements humains faisant partie d'un squelette.

M. E. Bertrand annonça sa trouvaille à la séance du 21 mai 1868 de la Société d'Anthropologie de Paris et déposa une note qui fut publiée dans le *Bulletin* de la Société.

Cette note, très détaillée, fournit toutes les circonstances de la découverte.

Elle donne d'abord la coupe de la sablière, que nous trouvons plus nettement exposée dans le *Précis de Paléontologie humaine* du Dr Hamy.

A.	Humus ou terre végétale	0m70
B.	Sable argileux rouge avec nombreux cailloux, rapporté au Diluvium rouge	0.37
C.	Sables jaunes, plus ou moins argileux, avec partie rubéfiée au sommet et strates argileuses dans la masse . . .	3.23
D.	Sable grisâtre, stratifié, avec lits de gravier, de silex et de roches diverses, tout au bas duquel le squelette humain a été trouvé	1.15

Les ossements ont été recueillis dans une petite bande de sable rougeâtre formant le fond de la sablière, à 5m45 de profondeur sous le sol, qui se trouve à la cote 32.39.

Nous ne croyons pas utile de fournir tout le détail de la situation des ossements sous un niveau de silex ; il y avait des os des diverses parties du squelette, dont des fragments du crâne, qui étaient dispersés; le tout était très fragile, les os des membres d'apparence grêle.

Au même endroit furent également recueillis des ossements d'Éléphant, de Bœuf, de Cheval, de Cerf et de Rhinocéros. Il y avait en outre un silex taillé du type couteau.

Il est aisé de voir que la coupe de l'avenue de Clichy est la simple reproduction de celle de Grenelle; toutefois le fond de la sablière n'a pas été creusé assez profondément pour atteindre le gravier inférieur.

On remarque aussi que le squelette trouvé par M. E. Bertrand était situé au bas de l'*alluvion* de Belgrand, ou à la *partie inférieure des moyens niveaux* du Dr Hamy. Sa position est donc très nette.

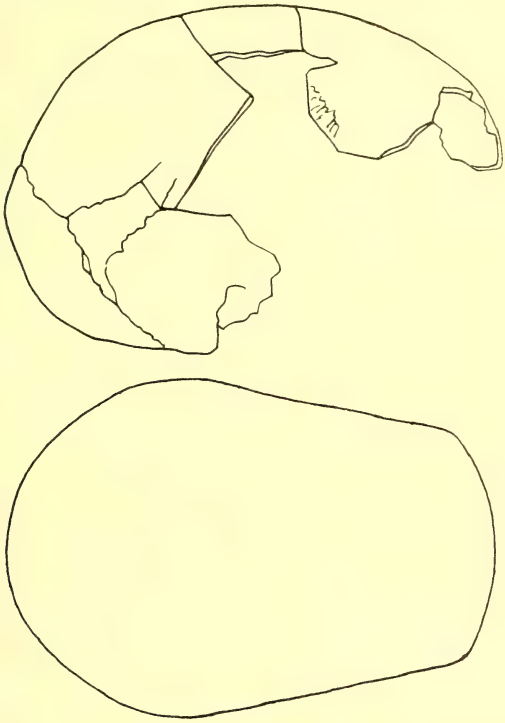


Fig. 15. – Calotte cranienne accompagnant le squelette découvert par M. Eug. Bertrand dans une carrière de l'avenue de Clichy.
Partie inférieure des niveaux moyens. Rapporté au type féminin de la race de Neanderthal. Vu de profil et en *norma verticalis*. (1/3 grand. nat.)

Après la communication de M. E. Bertrand, G. de Mortillet a soutenu que les restes humains dont il venait d'être question avaient été trouvés non en place, mais dans une cachette d'ouvrier attendant l'acheteur et creusée dans la paroi de la sablière; mais l'auteur de la découverte, soutenu par Broca, Pruner-Bey et le Dr Hamy, a opposé à l'hypothèse de G. de Mortillet les dénégations les plus catégoriques; aussi celui-ci s'est-il borné à déclarer que les ossements devaient provenir, non du niveau indiqué, mais du Diluvium rouge (1) se trouvant

(1) Ce Diluvium rouge étant un dépôt décalcifié et fortement altéré, tous les restes organiques qu'il a pu renfermer doivent avoir disparu par dissolution causée par l'infiltration des eaux de pluie chargées d'acide carbonique.

au sommet de l'exploitation, auquel cas ils seraient d'âge quaternaire supérieur et seraient ainsi contemporains des populations des cavernes de la Vezère.

Dans cette discussion, G. de Mortillet est resté seul de son avis; du reste, pour appuyer ses dires, M. E. Bertrand a présenté le crâne, reconstitué par le Dr Hamy, à la séance du 4 juin 1868; malheureusement le procès-verbal de la séance ne fait que signaler la présentation, à la suite de laquelle Pruner-Bey et Broca ont pris la parole pour donner de nouveaux détails anthropologiques et montrer qu'ils prenaient la découverte de M. E. Bertrand en très sérieuse considération.

Les fragments de crâne recueillis, remis en place par le Dr Hamy, ont montré que la voûte cranienne restaurée se compose de parties importantes du frontal et des pariétaux, de l'écaille occipitale presque entière et de la plus grande partie du temporal droit. Il manque malheureusement la portion cérébrale du frontal.

Ainsi reconstitué, le crâne de Clichy est bas, étroit et fuyant d'avant en arrière. (Voir fig. 15.)

L'épaisseur des os est énorme et atteint 14 à 15 millimètres sur le frontal; enfin, les sutures sont simples. Le tibia est platycnémique.

L'indice céphalique, atteignant 67 ou 68, classe la pièce parmi les francs dolichocéphales.

Le Dr Hamy considère le crâne de Clichy comme constituant un spécimen féminin (1) de la race de Canstadt ou de Neanderthal; il semble bien avoir raison sur ce point.

Ainsi déterminé, le crâne de Clichy, fort différent d'abord de celui du gravier de fond de Grenelle, puis de ceux des moyens niveaux inférieurs de cette localité, qui sont à rapporter à un stade d'évolution précurseur de la race de Cro-Magnon, devient très intéressant parce qu'il nous montre l'existence, à l'époque chelléenne, d'individus de la race primitive ou de Neanderthal (*Homo primigenius*), mélangés aux populations avec front et menton plus ou moins développés, c'est-à-dire à mentalité évolutive et progressive, qui ont inventé la taille intentionnelle (*Homo sapiens*).

Ce crâne neanderthaloïde de Clichy vient donc faire la transition toute naturelle entre l'homme purement éolithique mafflien de Mauer

---

(1) Le caractère féminin du squelette est encore confirmé par l'aspect grêle des os des membres. De plus, les sutures du crâne, non soudées, montrent qu'il s'agit d'un sujet encore jeune.

et le plus ancien homme du type de Neanderthal paléolithique connu jusqu'ici, actuellement représenté à la fois par les squelettes du Moustier (Hauser) et de la Ferrassie (Peyrony).

Entre Mauer et le Moustier vient donc s'intercaler l'homme neanderthaloïde de Clichy, contemporain des Chelléens, mais non Chelléen lui-même, de même que les hommes neanderthaloïdes du Moustier et de la Ferrassie sont contemporains des Moustériens, sans posséder eux-mêmes l'industrie moustérienne.

Cette précieuse donnée vient démontrer ce que j'avais prévu depuis longtemps, à savoir que le type de Neanderthal ne caractérise aucun âge; une fois que l'on est entré dans le Paléolithique, le type de Neanderthal est un type aberrant, représentant simplement la persistance du type primitif, peu évolué, vivant à côté des populations de facies élevé, avec front développé et mentalité évolutive.

Un crâne neanderthaloïde n'a donc d'autre âge que celui du milieu dans lequel on le trouve.

D'après *Crania ethnica*, les ossements de l'avenue de Clichy sont conservés au Musée Carnavalet, à Paris.

b. *Débris de la route de la Chaumière.* — A l'époque où M. E. Bertrand trouvait le squelette de l'avenue de Clichy dont il vient d'être question, M. Reboux explorait également les sablières et recueillait, dans une carrière située route de la Chaumière, à 5 mètres de profondeur, et par conséquent dans une situation toute semblable à celle de l'avenue de Clichy, divers fragments osseux ayant appartenu à un enfant de 9 ans environ.

Le débris le plus important était un maxillaire inférieur d'enfant presque complet, épais, offrant quelques caractères d'infériorité et avec prognathisme dentaire. Les molaires sont pentacuspides.

Cette mâchoire, accompagnée de deux fragments de crâne à sutures très compliquées, paraît avoir été pourvue d'un menton et doit avoir appartenu à une race brachycéphale, d'après les auteurs de *Crania ethnica*.

Voici donc qu'apparaît, au commencement de l'époque chelléenne, avec des restes d'un Neanderthaloïde et de dolichocéphales précurseurs de la race de Cro-Magnon, une première preuve de l'existence d'une race brachycéphale.

Un coin du voile qui nous cachait jusqu'à ce jour l'instant de l'apparition, dans nos régions, de la race brachycéphale, vient donc de se soulever; ce voile ne va pas tarder lui-même à disparaître.

B^2. — *Partie supérieure de l'alluvion.*

Nous avons vu précédemment que, dans l'*alluvion* de Belgrand ou *moyens niveaux* du Dr Hamy, des restes humains avaient été découverts non seulement vers la partie inférieure du dépôt, c'est-à-dire entre 3 et 5 mètres de profondeur, mais aussi vers la partie supérieure, à peu près au niveau où cessent les *sables aigres*, pour faire place aux *sables gras* qui les surmontent.

La situation des ossements dont nous allons parler se trouve donc entre 1m40 et 2m50 de profondeur sous le sol, à Grenelle.

A ce niveau supérieur, la carrière Hélie, à Grenelle, a fourni six pièces importantes, plus deux mâchoires inférieures; la carrière Coulon, voisine de la précédente, a livré deux calottes craniennes; enfin, à l'avenue de Clichy, M. Reboux a recueilli plusieurs débris intéressants. Le moment est venu de décrire ces précieux matériaux.

a. Crânes et ossements de Grenelle. Carrière Hélie.

Les restes recueillis par M. E. Martin dans la partie supérieure des moyens niveaux à industrie de la fin du Chelléen, comprennent les calottes craniennes ou crânes décrits par MM. de Quatrefages et Hamy sous les nos 3, 4, 5, 6, 7 et 8, plus deux mâchoires inférieures.

De la carrière Coulon proviennent les calottes crâniennes nos 4 et 5.

Enfin, de la carrière de l'avenue de Clichy sont sortis les restes d'un adolescent et d'un enfant, plus un fragment de crâne, le tout recueilli par M. Reboux.

1. *Grenelle, Carrière Hélie, crâne n° 3.* — Dans *Crania ethnica*, cette pièce et les suivantes sont toutes classées dans une nouvelle race, dite de Furfooz et de la Truchère, caractérisée par un crâne *brachycéphale.*

Le crâne n° 3 est celui n° 2 de M. E. Martin; il est considéré comme étant du type masculin. (Voir fig. 16.)

Il a pour indice céphalique 83.53 et est donc nettement brachycéphale, puisqu'il dépasse un peu la limite inférieure de Broca, qui est 83.3.

Le crâne est muni de sa mâchoire inférieure avec les dents, ce qui en fait un spécimen assez complet.

Les arcades sourcilières sont assez prononcées et surmontées d'un front accusé, mais un peu fuyant. La face est longue, avec prognathisme dentaire; les dents sont usées et quelques-unes sont cariées; le menton

est bien accusé, pointu; la cavité orbitaire tend à prendre une forme carrée. La ressemblance générale du crâne avec ceux de certaines tribus anciennes de Lapons est remarquable; aussi les auteurs de *Crania ethnica* le rangent-ils dans le type *laponoïde* (1).

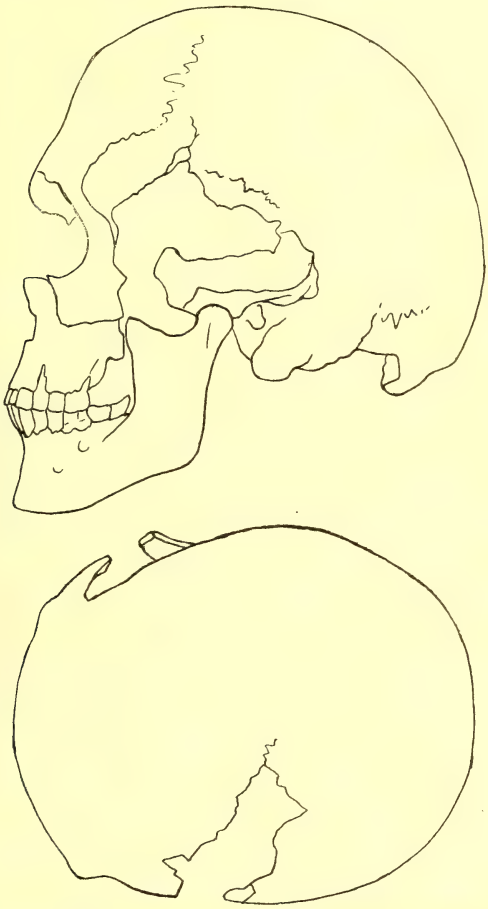


Fig. 16. — Crane masculin n° 3, de race brachycéphale, de la carrière Hélie, a Grenelle.
Partie supérieure des niveaux moyens.
Vu de profil et en *norma verticalis*. (1/3 grand. nat.)

(1) Dans *Crania ethnica*, les crânes de Grenelle, de Nagy-Sap et de la Truchère sont assimilés à certains crânes lapons et notamment à des crânes extraits par M. von Düben du vieux cimetière de Jokkmokk. La figure donnée d'un des crânes est en effet fort analogue à celle du crâne masculin n° 3 de Grenelle. Dans l'échelle des indices céphaliques, les crânes de Grenelle sont compris entre les crânes lapons de Lycksele et de Kautokeino.

2. *Grenelle, Carrière Hélie, crâne n° 4* (voir fig. 17). — C'est le n° 3 de M. E. Martin; par conséquent ce crâne est celui d'un demi-squelette qui se trouvait dans l'alluvion la tête en bas, dans l'attitude des noyés. Les jambes manquaient.

Lors de la trouvaille, le crâne a été brisé d'un coup de pioche et les fragments en étaient tombés au fond de la tranchée; c'est l'éboulement qui a accompagné le coup de pioche qui a permis de voir le reste du squelette dans la singulière position qu'il occupait.

Le crâne est donc mutilé; heureusement on a pu sauver la mâchoire inférieure, qui porte presque toutes les dents et une saillie mentonnière.

D'une manière générale, le crâne n° 4, de sexe masculin, reproduit presque tous les caractères du n° 3 précédent; il est d'apparence globuleuse, à face allongée, nettement brachycéphale, de type laponoïde.

Dans *Crania ethnica*, il n'est donné de cette pièce que la *norma verticalis* réduite au quart.

3. *Grenelle, Carrière Hélie, Crâne n° 5* (voir fig. 17). — Il correspond au n° 1 de M. E. Martin, trouvé le 15 mars 1867. Dès l'abord, on avait remarqué que cette pièce différait quelque peu des précédentes, et l'on avait conclu à un métissage de brachycéphale avec dolichocéphale ; mais les auteurs de *Crania ethnica* sont revenus de cette idée et ils admettent que le n° 5 représente la forme féminine des brachycéphales, dont les n°s 3 et 4 précédents constitueraient l'élément masculin.

La pièce est robuste et vaste, les arcs sourciliers sont nuls, le front se projette plus en avant que sur le facies masculin, mais en même temps il se rétrécit et s'incline rapidement en arrière.

Ces caractères et d'autres influent assez sensiblement sur le profil, mais non sur la *norma verticalis* ou vue de dessus.

Le prognathisme sous-nasal est deux fois plus accusé que sur le crâne n° 4 et les dents sont usées.

Quant au menton, il se projette en avant de manière très nette.

4. *Grenelle, Carrière Hélie, Crâne n° 6* (voir fig. 18). — Ce crâne, figuré par E. Belgrand dans son bel ouvrage sur la Seine, ne diffère guère du précédent. Il appartient au type féminin et son indice céphalique 83.52 montre qu'il est également brachycéphale.

Le prognathisme alvéolaire est bien marqué, le menton est plus grêle et moins arrêté dans ses contours, les dents sont peu usées. (Voir aussi fig. 17.)

5. *Grenelle, Carrière Hélie, Crâne n° 7* (voir fig. 17). — Le Musée Carnavalet a reçu de M. E. Martin une voûte cranienne en assez mau-

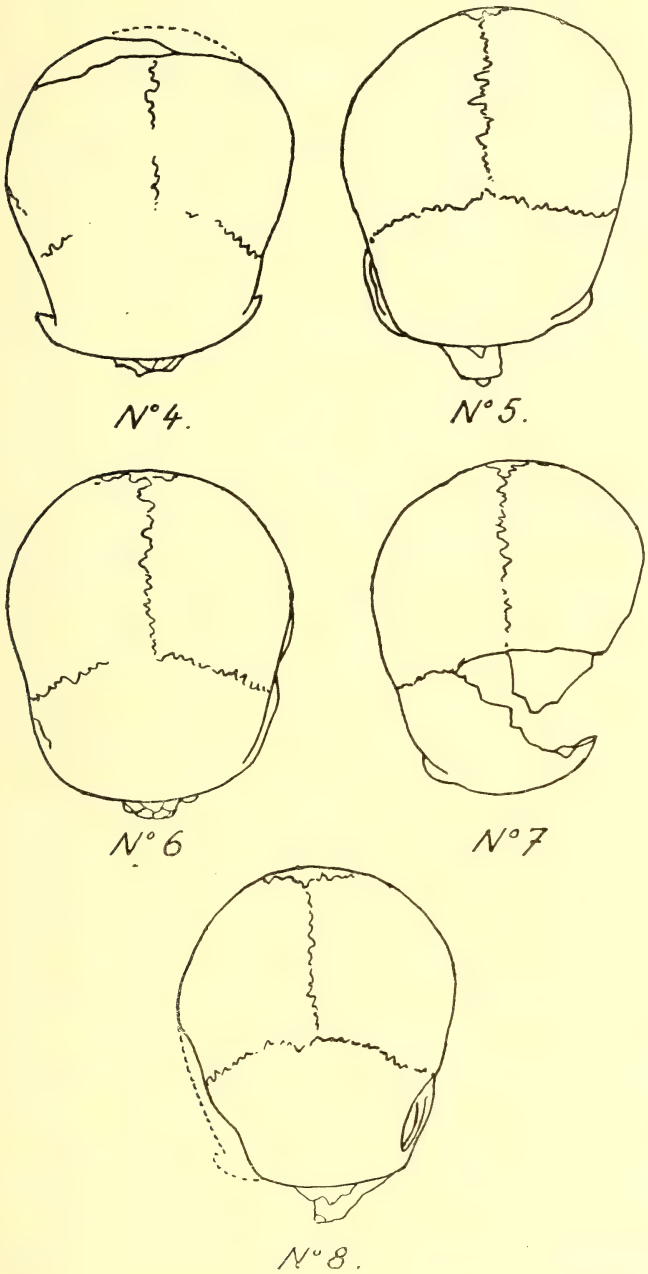


Fig. 17. — *Norma verticalis* DES CRANES BRACHYCÉPHALES Nos 4, 5 6, 7 ET 8, DE LA CARRIÈRE HÉLIE, A GRENELLE.
Partie supérieure des moyens niveaux. (1/4 grand. nat.)

vais état, dont les contours sont semblables à ceux des crânes précédents ; mais tout l'ensemble est plus réduit, le sujet pouvant avoir au plus 18 ans. La mâchoire inférieure présente une proclivité plus grande du bord alvéolaire.

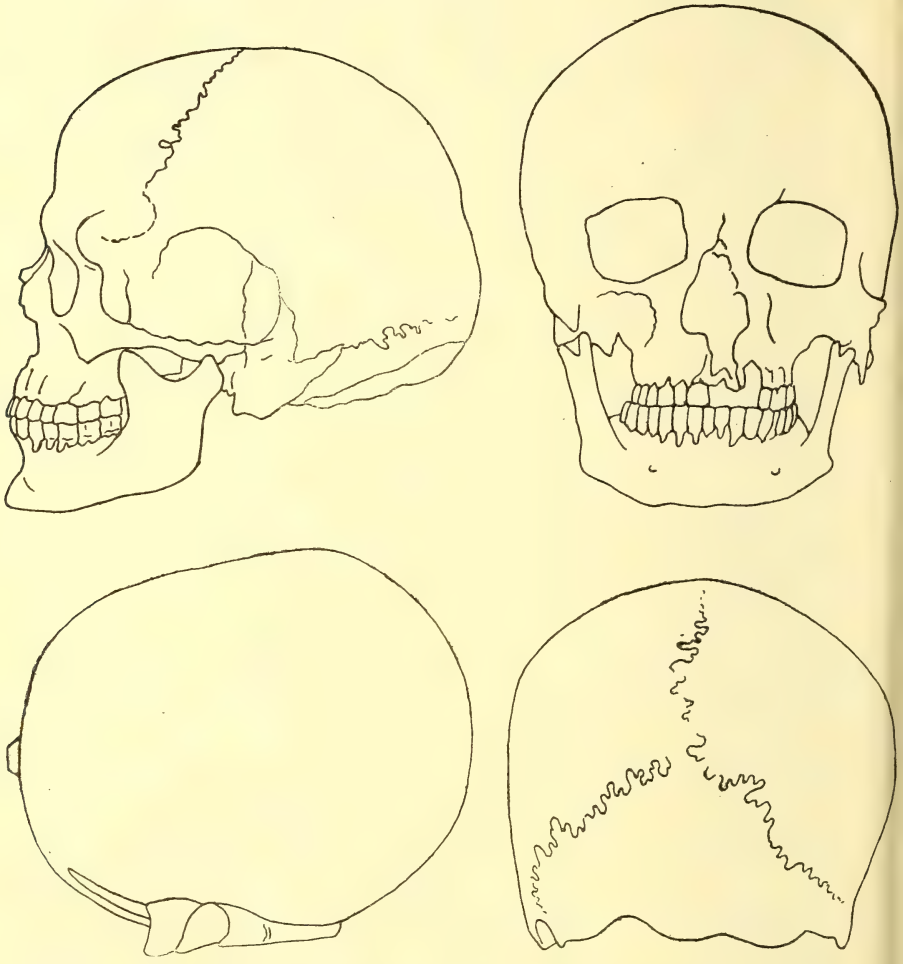


Fig. 18. — Crane féminin n° 6, de race brachycéphale, de la carrière Hélie, a Grenelle.

Partie supérieure des niveaux moyens.

Vu de profil, de face, en *norma verticalis* et d'arrière. (1/3 grand. nat.)

6. *Grenelle, Carrière Hélie, Crâne n° 8* (voir fig. 17). — Enfin, M. E. Martin a remis en dernier lieu au Muséum de Paris, un crâne de sujet jeune dont tous les caractères décrits précédemment sont à

peine atténués par l'âge. Ce crâne est accompagné de sa mâchoire inférieure.

7. *Grenelle, Carrière Hélie, Mâchoires inférieures nos 9 et 10.* — En outre des calottes crâniennes et des crânes signalés ci-dessus, MM. de Quatrefages et le Dr Hamy citent encore une mâchoire humaine réduite à ses branches horizontales et une demi-mâchoire (1), qui répètent les caractères déjà observés sur les types brachycéphales féminins de Grenelle décrits ci-dessus.

d. Crânes et ossements de Grenelle. Carrière Coulon.

La partie supérieure des moyens niveaux de Grenelle n'a pas seulement fourni les restes de la carrière Hélie, car la carrière Coulon a livré aussi de précieux restes, consistant en deux calottes crâniennes du type de Cro-Magnon portant, dans *Crania ethnica*, les nos 4 et 5 (carrière Coulon).

Fig. 19. — *Norma verticalis* du crane no 4 de la carrière Coulon, a Grenelle.

Partie supérieure des niveaux moyens. Rapporté à la race de Cro-Magnon. (1/4 grand. nat.)

Ces restes ne sont pas décrits; seul le no 4 est figuré en *norma verticalis* et son indice céphalique est 73.69.

Le no 5 est trop incomplet pour pouvoir en tirer l'indice céphalique avec exactitude.

---

(1) Ces pièces sont figurées dans *Crania ethnica*.

A la carrière Coulon, la partie supérieure des moyens niveaux a donc fourni, non des brachycéphales comme à la carrière Hélie, mais deux Cro-Magnon semblables à ceux rencontrés dans le niveau sous-jacent.

Aux deux horizons des niveaux moyens, la carrière Coulon n'a donc donné que des restes de la race de Cro-Magnon.

c. Fragments de l'avenue de Clichy.

Nous avons vu précédemment que la partie inférieure des moyens niveaux avait permis à M. E. Bertrand de recueillir un squelette féminin de la race de Neanderthal ; M. Reboux, explorant la même sablière, a également rencontré, dans l'horizon supérieur, quelques restes intéressants, qui sont deux fragments de maxillaire inférieur et un fragment de crâne [1].

Les deux premières pièces ont été trouvées à $4^{m}20$ de profondeur, soit à $1^{m}25$ au-dessus du niveau renfermant le squelette recueilli par M. E. Bertrand, c'est-à-dire vers le bas du sable jaune (sable gras) plus ou moins argileux qui surmonte les lits de gravier.

La première mâchoire a appartenu à un adolescent dont la dent de sagesse n'était pas encore poussée, et MM. de Quatrefages et Hamy admettent que ce maxillaire ne diffère de celui de la Naulette que par ses proportions plus exiguës. L'os est très épais, les deux prémolaires sont petites et un peu usées, les deux grosses molaires sont surmontées, l'une et l'autre, de cinq tubercules ; de plus, la seconde molaire est un peu plus grosse que la première.

Par ses caractères, le fragment de mâchoire se rapporterait à un individu de la race de Neanderthal.

La seconde mandibule de Clichy a appartenu à un enfant de 7 à 8 ans. Le profil mentonnier rappelle la mâchoire d'Arcy par l'effacement de ses tubercules *geni* inférieurs et par l'état de ses molaires de lait, tellement usées malgré la jeunesse, que l'étude des cuspides est rendue très difficile.

Les savants auteurs de *Crania ethnica* rangent donc également ce deuxième maxillaire dans la race de Neanderthal.

Enfin, en un autre point de la même sablière, M. Reboux a rencontré deux fragments de crâne. Ce sont la moitié d'un frontal et le centre de l'écaille occipitale.

---

[1] Ces trois pièces sont figurées dans *Crania ethnica*.

Le demi-frontal est épais (8 millimètres), de structure dense, et il est remarquable par sa verticalité relative, par l'effacement de ses bosses et par son peu de courbure transversale.

Les arcs sourciliers sont peu marqués, la racine du nez est large et plate, le contour de l'orbite anguleux.

L'écaille occipitale ajoute ses caractères aux précédents pour conduire à la conclusion que le crâne appartenait à la race brachycéphale.

Ce crâne n'aurait donc rien eu de commun avec les deux fragments de mâchoire trouvés au même niveau.

Pour être complet dans l'énumération des trouvailles, il faut encore ajouter que M. Reboux a découvert dans une sablière située route de la Révolte, à 4 mètres de profondeur, soit dans les moyens niveaux, quelques fragments de crânes humains trop petits pour en tirer une conclusion sérieuse et, dès lors, à placer définitivement parmi les matériaux insignifiants.

Enfin, à la séance du 20 avril 1882 de la Société d'Anthropologie de Paris, M. le Dr Topinard, alors secrétaire général de la Société, a fait la présentation du moulage d'un crâne recueilli à Grenelle par le Dr Bouland, dans les alluvions profondes, et offert par ce dernier au Musée de Madrid.

Ce crâne, conservé à Madrid, était considéré comme de la race de Neanderthal, mais le moulage, envoyé à Paris par le Dr Velasco, et étudié par MM. de Quatrefages et Hamy, a été reconnu comme devant se rapporter à la race de Cro-Magnon.

C'est là une donnée intéressante; malheureusement nous ne pouvons faire état de ce crâne dans la récapitulation des trouvailles, attendu que le niveau exact où il gisait n'a pas été déterminé. On peut simplement supposer qu'il provient de la partie inférieure des moyens niveaux.

Résumé et conclusions.

De tout ce qui vient d'être dit, nous pouvons conclure :

1° Il est hors de conteste que les ossements humains de Grenelle et de Clichy ont été recueillis en place, dans la position précise et à la profondeur nettement indiquée par les auteurs des découvertes dans leurs travaux originaux.

Les anthropologues et les géologues les plus éminents sont allés sur

place constater le bien fondé des déclarations de MM. E. Martin, E. Bertrand et Reboux, et ils n'ont jamais émis le moindre doute au sujet de l'exactitude des observations.

Seul G. de Mortillet a repoussé, si pas l'authenticité, au moins la valeur considérable des trouvailles, mais en présence des nombreuses erreurs similaires qu'il a commises, il n'a pu convaincre aucun des savants de l'époque.

2° L'ingénieur E. Belgrand étant considéré, même par les géologues d'il y a quarante ans, comme le meilleur connaisseur en terrains quaternaires, a apprécié l'âge des couches dans lesquelles les ossements humains étaient renfermés d'une manière complètement inexacte.

Appliquant de manière exagérée la théorie des terrasses fluviales de Prestwich, il a considéré les dépôts quaternaires de la basse terrasse de la vallée de la Seine comme autonomes et comme représentant les tout derniers sédiments du fleuve quaternaire. En agissant ainsi, il est arrivé à considérer les « alluvions » qui surmontent son « gravier de fond » comme des couches relativement récentes à faune du Renne, établissant la transition entre l'époque quaternaire et l'époque moderne, c'est-à-dire d'âge précédant immédiatement la tourbe moderne du fond des vallées, et, de cette façon, il date les précieux matériaux de Grenelle et de Clichy des derniers moments du Quaternaire, précédant de peu l'époque de la Pierre polie.

De là à considérer les crânes de Grenelle et de Clichy comme réellement néolithiques et modernes, il n'y avait qu'un pas. Ce pas a été aussitôt franchi, de sorte que de nos jours les précieux documents, privés de leur principale originalité, sont confondus dans la masse des squelettes néolithiques et ont perdu toute valeur scientifique propre, comme types de race notamment.

3° Les conditions stratigraphiques propres à chacune des découvertes non contestées comme faits, examinées à la lueur des connaissances actuelles, montrent clairement que Belgrand et ses admirateurs ont commis de graves erreurs. Ils n'ont pas reconnu l'importance ni l'âge des épaisses masses limoneuses quaternaires; aussi, appliquant sans discernement la théorie de Prestwich, ils se sont imaginés que ces limons étaient très anciens, voire même d'âge tertiaire, alors que le « limon des hauts plateaux », le plus ancien, à leur avis, n'est, en réalité, autre chose que l'Ergeron, *le tout dernier des dépôts quaternaires.*

Belgrand n'a donc jamais reconnu que, au-dessus des alluvions de Grenelle, qui appartiennent à la moitié inférieure du Quaternaire moyen, doit venir se superposer la masse des limons moyens, des équivalents du limon éolien ou Löss interglaciaire (Riss-Würm) et de l'Ergeron surmonté de la terre à briques, qui constituent, le premier, la partie supérieure du Quaternaire moyen, les deux autres, le Quaternaire supérieur ; et ainsi tout a été incroyablement faussé.

4° Tout ce qui a été dit de l'âge des crânes de Grenelle et de Clichy est donc à réformer, et, remettant toutes choses en place, il y a lieu, désormais, de considérer les couches : gravier de fond, alternances de gravier et de « sable aigre », et sables argileux ou « sables gras », plus le gravier rubéfié qui recouvre ceux-ci, comme constituant l'ensemble complet de la moitié inférieure du Quaternaire moyen, à faune de l'*Elephas antiquus* vers le bas, à faune mixte de l'*Elephas antiquus* et de l'*Elephas primigenius* avec Renne vers le haut, c'est-à-dire l'exact équivalent de l'*assise campinienne* des géologues belges.

Ensuite, il y aura lieu de reconnaître, dans la mince couche de limon rouge (appelée anciennement Diluvium rouge) qui surmonte le gravier rubéfié, le représentant décalcifié et rubéfié de la base de la masse des « limons moyens », qui a été surmontée, à Grenelle et à Clichy, par l'Ergeron et par la terre à briques, les dénudations causées par les crues modernes de la Seine ayant peu à peu enlevé le manteau limoneux protecteur jusqu'au point où nous le trouvons aujourd'hui.

5° Le gravier de fond, les alternances de gravier et de « sable aigre », les « sables gras » et le cailloutis supérieur de la vallée de la Seine correspondent absolument au gravier de fond, aux alternances de gravier et de « sable aigre », aux « sables gras » et au cailloutis crayeux dit *Presle* de la vallée de la Somme, et cette série étant, à Saint-Acheul par exemple, nettement recouverte de toute la masse limoneuse divisible en trois assises, il ne peut être douteux qu'il en ait été de même à Paris, ainsi qu'on peut le constater du reste dans la vallée de la Seine, dès que l'on s'élève au-dessus du niveau des plus grandes crues modernes et notamment lorsque l'on observe les coupes de la moyenne terrasse, à Villejuif par exemple.

C'est, du reste, la disposition qui existe partout dans la « Moyenne-Belgique » et principalement dans tout le Hainaut.

Or, des recherches spéciales de M. Commont autour d'Amiens et des

miennes dans la vallée de la Haine il ressort que les faunes et les industries propres aux couches représentées à Grenelle et à Clichy sont parfaitement connues.

Ces faunes et ces industries sont moins connues *dans leurs détails stratigraphiques* pour ce qui concerne Paris, où personne jusqu'ici ne s'est signalé par des recherches de haute précision ni par des publications complètes et détaillées comme le sont celles de M. Commont.

« En gros », on voit cependant qu'il doit y avoir concordance parfaite et dès lors il faut admettre :

a) Que le gravier de fond, à faune de l'*Elephas antiquus*, à Paris comme à Amiens, renferme l'industrie paléolithique primitive, à « taille intentionnelle » évidente, mais rudimentaire, que j'ai dénommée *Strépyien*.

b) Que les alternances de gravier et de sable aigre, à faune mixte de l'*Elephas antiquus* et de l'*Elephas primigenius*, sont caractérisées par la présence de l'*industrie chelléenne typique* et notamment par des coups-de-poing taillés à grands éclats sur les deux faces, instruments qui peuvent être accompagnés de nombreux éclats utilisés ou non aux emplacements des ateliers de taille.

c) Que les sables argileux dits « sables gras » dans lesquels s'éteint l'*Elephas antiquus*, pendant que l'*Elephas primigenius* avec son fidèle compagnon le Renne se développent, peuvent renfermer, comme à la carrière Tellier, à Saint-Acheul, une industrie chelléenne perfectionnée, en voie d'évolution vers le type *Acheuléen inférieur* ou *Acheuléen I*.

d) Que le cailloutis qui surmonte les « sables gras » contient toujours, quand les circonstances sont favorables, le véritable type de l'*Acheuléen inférieur*.

On voit donc, d'après les résultats nouvellement acquis, que les couches de Grenelle et de Clichy concordent exactement avec l'apparition du Paléolithique inférieur, suivie du développement de celui-ci depuis le stade rudimentaire ou *Strépyien*, jusqu'à un stade évolué tendant vers l'*Acheuléen*, en passant par le *Chelléen typique*.

Loin d'être des spécimens d'humanité récente, tous les restes humains de Grenelle et de Clichy ont donc appartenu à des individus d'âge paléolithique inférieur, les débris humains du gravier

de fond étant d'âge strépyien, ceux du bas des alternances d'âge chelléen et ceux du haut des alternances d'âge chelléen évoluant vers l'Acheuléen inférieur.

Ces restes humains sont donc, en réalité, des documents d'une valeur scientifique capitale, ils sont les spécimens tant cherchés jusqu'ici et tant désirés de l'humanité paléolithique inférieure, ils sont en nombre inespéré, ils forment une richesse unique au monde.

6° Et maintenant que nous connaissons, enfin, l'âge de ces précieux matériaux, quel enseignement nous donnent-ils ?

Ils nous disent :

a) Qu'à l'époque où se déposait le gravier de fond de la vallée de la Seine et de ses affluents et où l'Humanité, abandonnant la mentalité stagnante ou éolithique pour acquérir la mentalité évolutive et progressive lui permettant désormais de *concevoir*, puis de *réaliser matériellement* des instruments nouveaux, grâce à l'application de la nouvelle méthode de travail de la pierre dite « taille intentionnelle », il existait au moins une forme humaine, malheureusement connue à Grenelle par une seule calotte cranienne très incomplète, mais permettant cependant de constater que cette forme humaine possédait un front sensiblement plus droit et plus développé que celui de la race de Neanderthal, front qui indique une mentalité compatible avec la connaissance de la « taille intentionnelle », signe certain de l'instauration du nouveau régime d'évolution et de progrès.

Cet homme au front bombé, tout en conservant l'usage des outils de ses ancêtres à caractères primitifs, — dont l'Homme de Mauer est le type, — y a ajouté l'emploi des armes de pierre répondant à un but déterminé et préconçu, et ainsi il s'est mis à tailler des rognons ou des blocs de silex, et il y a façonné des tranchants ou des pointes qui n'y existaient pas et a ainsi fait luire l'aurore de la grande période paléolithique qui commence, partout où nous avons pu le constater, par une industrie à base de taille intentionnelle rudimentaire que j'ai dénommée *Strépyien*.

Ne connaissons-nous, de ce type humain nouveau, que l'insuffisant débris du gravier de fond de Grenelle?

Heureusement non, car on a trouvé en 1888, sous les graviers de fond de la moyenne terrasse de la vallée de la Tamise, à Galley-Hill, un crâne, ou plutôt un squelette beaucoup plus complet que le débris de Grenelle et qui éclaire celui-ci.

La nouvelle étude que j'ai faite des conditions de gisement du sque-

lette de Galley-Hill [1] m'engage à y voir un homme d'âge strépyien, qui pourrait être encore un peu plus ancien que celui de Grenelle et qui présente un front sensiblement développé, attribut de la mentalité évolutive.

Ce type de Paléolithique primitif est fortement dolichocéphale et il présente à la fois des caractères élevés et des caractères primitifs. C'est ainsi qu'il montre d'une part un menton droit au lieu d'un menton fuyant et des orbites de forme carrée, tandis que les arcades sourcilières sont encore fort proéminentes. La dentition est de type ancien; enfin, l'ossature montre que la taille est peu élevée.

Ce stade d'évolution s'est plus ou moins fixé chez certains individus, car il a fourni une lignée de descendants qui ne disparaissent guère qu'à la fin de l'Aurignacien.

On sait que le crâne du Löss de Brünn et le squelette de Combe-Capelle [2] ont appartenu à des descendants peu modifiés du stade évolutif strépyien de Galley-Hill et de Grenelle (gravier de fond).

Voilà des points qui ne manquent pas d'intérêt.

b) Si nous montons de quelques mètres dans les dépôts de Grenelle et de Clichy, nous rencontrons, vers le bas des alternances de « sable aigre » et de gravier, un peu au-dessous du niveau des blocs erratiques, là où l'*industrie chelléenne typique* apparaît, une association déjà importante de facies humains.

Nous y reconnaissons :

1° Un spécimen de la race primitive à mentalité stagnante ou éolithique, à front bas et fuyant, dans le squelette trouvé par M. E. Bertrand à l'avenue de Clichy.

Le crâne appartenant au squelette est malheureusement fort incomplet, les mâchoires manquent, mais son profil est tel que toutes les notabilités, et notamment les auteurs de *Crania ethnica*, l'ont rapporté à la *race de Canstadt*, c'est-à-dire de *Neanderthal*, facies féminin.

C'est donc le premier crâne neanderthaloïde d'âge paléolithique ancien connu, et il est des plus précieux, car il relie maintenant la mâchoire de Mauer aux squelettes neanderthaloïdes du Moustier

---

(1) A. Rutot, *Coup d'œil synthétique sur l'époque des cavernes.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXIII, 1909.)

(2) M. O. Hauser veut bien me faire savoir que le crâne du squelette de Combe-Capelle est très dolichocéphale (ind. céph. env. 71). Ce caractère le rapproche également beaucoup du crâne de Galley-Hill.

(Hauser) et de la Ferrassie (Peyrony), d'âge moustérien, et qui passaient pour les plus anciens connus, après la mandibule de Mauer;

2° Cinq spécimens plus ou moins incomplets de crânes rapportés, par les auteurs de *Crania ethnica*, à la *race de Cro-Magnon*, mais avec la réserve que ces crânes ne présentent les caractères de cette race que sensiblement atténués.

Il persiste certains caractères primitifs et la taille des individus est plutôt petite.

En somme, ce sont des *pré-Cro-Magnon*, consistant en un facies déjà plus évolué que le stade de Galley-Hill et dont l'évolution définitive, qui s'est fixée, semble s'être accomplie pendant ou un peu avant l'Aurignacien moyen.

Des cinq spécimens de ce stade intéressant, deux proviennent de la carrière Hélie, à Grenelle, et trois de la carrière Coulon.

Deux pièces de la carrière Coulon n'ont pu être déterminées sexuellement, mais un individu de la carrière Hélie est rapporté au sexe masculin, tandis qu'un autre de la même carrière et un troisième de la carrière Coulon sont considérés comme féminins;

3° Enfin, une carrière située route de la Chaumière a fourni à M. Reboux des ossements et une mâchoire d'enfant de 9 ans environ, qui ont été considérés comme appartenant à une race *brachycéphale*.

Ce n'est là qu'une simple indication.

Il résulte des multiples trouvailles faites dans la partie inférieure de l'alluvion que, seule, l'extrême pauvreté des découvertes dans le gravier de fond a été cause de la constatation de l'existence d'une unique forme à ce niveau.

Des recherches nouvelles fructueuses y feraient sans doute reconnaître, comme plus haut, la présence d'individus de la race de Neanderthal associés au type évolutif de Galley-Hill.

c) Si du niveau inférieur de l'alluvion nous passons au niveau supérieur, situé vers le passage du « sable aigre » au « sable gras », là où l'industrie chelléenne commence à évoluer vers le type acheuléen I, nous remarquons :

1° L'existence, à Clichy, de deux mâchoires d'enfants du type de la Naulette et rapportables à la *race de Neanderthal*.

Voilà donc, constatée ici, la persistance des Neanderthal au travers du Paléolithique inférieur, ce qui diminue la lacune dans la continuité des Neanderthaloïdes entre la fin de l'Éolithique de Mauer et le commencement du Paléolithique supérieur du Moustier et de la Ferrassie;

2° La présence de deux individus apparentés à ceux du *type de Cro-Magnon*, à la carrière Coulon, à Grenelle, faisant la suite naturelle des cinq pré-Cro-Magnon rencontrés au niveau immédiatement inférieur;

3° Le développement subit et intensif d'une *race brachycéphale*, simplement indiquée dans le niveau inférieur et qui se présente ici avec un effectif de six crânes ou calottes craniennes, d'un frontal et de deux maxillaires, répartis en deux spécimens masculins et en quatre féminins.

Les six calottes craniennes et les deux mâchoires inférieures viennent de la carrière Hélie, à Grenelle; le frontal a été trouvé à Clichy.

Et voilà ainsi tranchée la fameuse question de l'époque de l'apparition des Brachycéphales dans nos régions que, tout le premier, je déclarais, à la fin de mon récent *Coup d'œil synthétique sur l'époque des cavernes* (1), être encore entourée de mystère.

Les Brachycéphales, dans l'état actuel de nos connaissances, ont donc apparu, en France, pendant l'époque chelléenne; c'est là un fait bien acquis.

Seulement, il y a Brachycéphales et Brachycéphales, et, d'après ce que nous en connaissons, ils ont apparu sous l'aspect d'un type bien spécial qui, certainement, s'est fixé et que l'on retrouve dans d'anciens cimetières de Lapons et notamment dans celui de Jokkmokk.

C'est pour cette raison que les auteurs de *Crania ethnica* ont donné à la race quaternaire le nom de *Brachycéphales laponoïdes*;

4° Enfin, dominant le tout, nous voyons les populations à mentalité stagnante des temps éolithiques (Quaternaire inférieur de Mauer) entrer dans les temps paléolithiques du Quaternaire moyen et persister, sans changements appréciables, jusqu'à la fin du Quaternaire, vivant en marge de l'Humanité nouvelle paléolithique, à mentalité évolutive et progressive, et munie des attributs naissants de l'intelligence *consciente*, de la réflexion et de l'abstraction, c'est-à-dire d'un front plus ou moins élevé, d'un menton droit et d'orbites carrées, caractères déjà discernables dans le stade évolutif de Galley-Hill et de Grenelle (gravier de fond), stade qui passe assez rapidement aux pré-Cro-Magnon pour aboutir, plus tard, aux Cro-Magnon, à l'époque aurignacienne.

Plus que jamais un crâne neanderthaloïde n'indique aucun âge, c'est le milieu où on les trouve qui les date.

---

(1) *Bull. de la Société belge de Géologie*, t. XXIII, 1909, Mém.

Tels sont les précieux et nombreux enseignements que nous pouvons tirer de la revision stratigraphique des restes humains de Grenelle et de Clichy.

Réflexions

Nous pourrions clore ici le présent travail, si quelques réflexions utiles à exposer ne nous venaient à l'esprit.

Et tout d'abord, peut-on expliquer pourquoi les squelettes humains du Paléolithique ancien des bas niveaux de Paris ont pu se conserver jusqu'à nos jours?

Nous croyons cette explication facile.

En premier lieu, il a déjà été établi ci-dessus, par la connaissance des sinuosités de la Seine, que les deux points de Clichy et de Grenelle étaient particulièrement bien situés pour recevoir les corps d'hommes ou d'animaux surpris par les crues. Sur la rive convexe, les eaux s'étendaient en large biseau sur la pente douce produite par les atterrissements, où, à cause de leur faible épaisseur et des frottements, les eaux vives perdaient leur vitesse, ce qui permettait aux corps flottants touchant le fond de s'arrêter dans leur course, puis d'être ensevelis sous les alluvions sableuses qui se déposaient là pour le même motif de perte de vitesse des eaux.

On sait, de plus, que les points d'occupation des populations ainsi que les ateliers de taille étaient établis tout au bord de l'eau, sur des plages caillouteuses où s'accumulaient les dépôts lors des crues; il suffisait d'une crue subite du fleuve se produisant la nuit, par exemple, pour amener des noyades, surtout de femmes et d'enfants, ce qui semble être ici le cas.

Ce point paraît bien établi, mais il nous faut savoir maintenant pourquoi les corps des noyés, d'abord emportés par le courant, puis déposés sur les points d'atterrissement de la rive convexe, ont pu nous être conservés dans les alluvions où ils avaient été ensevelis.

Tout le secret de cette conservation réside dans la connaissance d'un principe d'observation et de quelques cotes d'altitude.

Ce principe consiste en ce que les corps organiques se conservent presque indéfiniment lorsqu'ils sont immergés sous l'eau [1], de sorte qu'il nous suffira de connaître les cotes du gisement et des niveaux du

---

[1] C'est-à-dire privés du contact de l'air.

fleuve pour savoir si le gisement se trouve dans ou très près de la nappe aquifère, très abondante dans les sables et les graviers.

La cote du sol, à Grenelle (carrière Hélie), est 31 mètres.

La cote la plus élevée des principales trouvailles (partie supérieure des alternances de sable et de gravier) est 29m50; d'autres sont à 28m50 et même à 27m50 (entre 1m40 et 3m50 sous le sol).

Or, le niveau moyen de la Seine est à la cote 26, et comme la carrière Hélie se trouve à environ 500 mètres, du fleuve, il peut y avoir un relèvement sensible du niveau aquifère qui fait que tous les objets situés sous la cote 27 sont perpétuellement noyés.

Mais les crues de la Seine sont nombreuses et parfois considérables, et il a été constaté qu'à toutes les crues un peu fortes le sol de Grenelle est recouvert; d'où imprégnations abondantes qui placent les objets situés sous la cote 29 dans une zone de forte humidité persistante et de conservation passable des corps organiques (1).

Mais il existe une troisième cause qui a puissamment contribué, avec la forte humidité, à la préservation plus ou moins satisfaisante des ossements humains : c'est l'épais manteau limoneux qui a certainement, recouvert les couches inférieures du Quaternaire moyen. Ces limons, surtout les *limons moyens* (limon hesbayen), sont souvent argileux et pratiquement imperméables aux eaux d'infiltration; ils ont donc pu jouer, pendant très longtemps, le rôle de recouvrement protecteur, et leur délavage pendant l'époque moderne n'a pu être effectué en entier, car il en reste encore, à la surface des *sables gras*, une pellicule appréciable, d'autant plus imperméable que, le calcaire ayant été dissous, ce qui reste n'en est que plus argileux et plus compact.

On voit donc qu'à Clichy, comme à Grenelle, les circonstances naturelles ont été favorables à la conservation des fossiles.

Vient maintenant un autre point :

Non seulement les restes humains de Grenelle et de Clichy ont repris la valeur qu'on leur attribuait lors de leur découverte, mais la fixation de leur âge vrai, beaucoup plus ancien que ce que l'on pensait, double encore leur importance.

Il y a plus : ces vénérables débris viennent précisément se placer en un point de l'échelle chronologique en face duquel une lacune désastreuse existait depuis l'origine de l'Anthropologie.

---

(1) L'altitude des *sables gras* de Clichy et de Grenelle au-dessus de la cote 29 explique immédiatement l'absence de fossiles dans ces sables. Les restes organiques qu'ils renfermaient ont été complètement dissous par les eaux d'infiltration superficielle.

Nous nous voyions obligés d'avouer que nous ne connaissions rien de l'Homme qui a taillé les haches en amande, c'est-à-dire de l'Homme synchronique d'une des phases les plus intéressantes de l'histoire de l'Humanité.

La case des restes humains placée en regard du Paléolithique inférieur restait obstinément vide.

Il est vrai qu'un premier document — déjà ancien, mais méconnu — y a été placé récemment : c'est le crâne de Galley-Hill qui, à mon avis, vient se ranger en regard du Strépyien, phase la plus inférieure et rudimentaire du Paléolithique.

Or, ce n'est plus un crâne que nous avons à placer maintenant devant les larges cases vides qui ont nom : Strépyien, Chelléen et Acheuléen inférieur, ce sont, outre le crâne de Galley-Hill, treize crânes ou fragments de crânes de Grenelle et de Clichy, dont douze viennent s'aligner devant la case Chelléen !

Je ne puis me dissimuler que nous soyons en présence, pour la Paléontologie humaine, d'un fait de la plus haute portée ; à Grenelle et à Clichy sont les clefs des origines de l'Humanité paléolithique, c'est-à-dire de l'Humanité consciente et idéaliste, du berceau de l'*Homo sapiens*.

Or, tout d'abord une première mesure s'impose : c'est la réunion, au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, de tous les précieux débris recueillis par E. Martin, E. Bertrand et Reboux.

Il y a là un groupe unique au monde, qui ne peut rester dispersé, qui ne prend sa valeur que complet et mis sous la sauvegarde du seul établissement scientifique où il soit à sa vraie place.

Je crois que l'avis des savants, tant français qu'étrangers, ne peut être, à ce sujet, qu'unanime.

Mais tout précieux qu'ils soient, les éléments de ce trésor de Paléontologie humaine sont presque tous affreusement mutilés.

Trouvés au hasard de travaux à but exclusivement industriel, extraits hâtivement par des ouvriers, à la bêche et à la pioche, les squelettes ou les crânes, souvent entiers, munis de leur mandibule inférieure, n'ont été mis au jour que par le coup brutal et aveugle qui les a réduits en poussière, de sorte que si on les possédait tels qu'ils avaient été conservés depuis de nombreux milliers d'années, leur valeur scientifique en serait encore décuplée.

Or, nous savons où se trouve le gisement de ce trésor. E. Martin nous dit que les principales trouvailles se faisaient du côté gauche de la carrière Hélie, dont on retrouverait certainement l'emplacement le long de la rue Saint-Charles, à Grenelle.

Avant qu'il soit irrémédiablement trop tard, ne serait-il pas indispensable que le Muséum de Paris fût doté par le Gouvernement, par de généreux mécènes, par des fonds internationaux ou même par tous ces moyens réunis, de manière à pouvoir entreprendre, avec d'énormes chances de réussite, des recherches scientifiques et méthodiques [1] au point tout désigné pour les fouilles.

Ces fouilles, probablement peu vastes et peu profondes, pourraient vraisemblablement fournir à la science plusieurs nouveaux crânes ou squelettes de races diverses et suffisamment complets pour être soumis à l'étude détaillée, et peut-être ainsi serions-nous mis en possession, dès maintenant, de pièces qui éclaireraient, d'une manière définitive, des points qui risquent de rester obscurs pendant bien longtemps encore.

On subsidie souvent avec largesse des travaux en pays lointains destinés à fournir des résultats bien moins importants que ceux que l'on serait presque certain d'obtenir à Paris.

Je ne saurais trop engager tous ceux qui s'intéressent aux origines de l'Humanité — et ils sont nombreux à présent — à s'unir en vue de provoquer sans tarder des recherches importantes, devant nous permettre d'arriver à la connaissance prochaine et complète de l'Homme paléolithique ancien.

Addenda. — Désirant me rendre compte de l'état actuel des lieux, à Grenelle, en vue des futures fouilles à effectuer par le Muséum de Paris, j'ai eu recours à l'extrême obligeance de notre zélé confrère M. Marcel Hébert, membre de la Société préhistorique de France, qui, à ma demande, a bien voulu se rendre rue Saint-Charles, à Grenelle, pour constater l'état présent des lieux.

Après enquête, la position exacte des carrières Hélie et Coulon, où les découvertes principales ont été faites, a pu être fixée avec certitude.

D'après ces constatations, il se fait que l'intervalle compris entre les

---

[1] Pour l'exécution des fouilles, je ne saurais trop préconiser le système que le Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles utilise en ce moment pour s'emparer, dans des terrains meubles, d'ossements de cétacés et autres fendillés en millions de petits fragments presque sans cohésion. Ce moyen consiste à délaver le terrain au moyen d'eau foulée et s'échappant, avec des vitesses que l'on peut régler, par une pomme d'arrosoir. On dégage ainsi les pièces de manière à pouvoir les engager dans du plâtre et à en prendre ensuite possession avec toute la sécurité possible pour en assurer la conservation intégrale.

deux exploitations disparues se trouve précisément en face de la rue Balard, qu'il est question de prolonger jusqu'à la Seine.

Il est utile de remarquer qu'Émile Martin et Belgrand déclarent que les ossements humains ont été trouvés dans la *partie gauche* de la carrière Hélie; or l'ancienne carrière Coulon est précisément à *gauche* de la carrière Hélie, d'où l'on peut conclure qu'il y a toutes chances de rencontrer des restes humains entre les deux anciennes exploitations et qu'ainsi le prolongement de la rue Balard offrirait un merveilleux terrain de fouilles et de trouvailles.

Un accord entre la Ville de Paris et le Muséum serait donc hautement profitable à la Science, qui pourrait trouver, dans l'emplacement désigné, des matériaux d'une richesse et d'une valeur scientifique vraiment incomparables.

Je fais personnellement des vœux pour que l'accord soit réalisé et pour que le Muséum de Paris, doté des fonds nécessaires, puisse entreprendre les recherches, alors qu'il en est temps encore.

REMARQUES

SUR

LA FAUNE ET L'HORIZON STRATIGRAPHIQUE

de quelques gîtes fossilifères infradévoniens

PAR

Eug. MAILLIEUX.

L'exploration méthodique d'une notable partie des gîtes fossilifères que l'on rencontre partout, dans la bordure méridionale du bassin dinantais, au sein des formations que la Carte géologique officielle de Belgique range dans l'assise d'Houffalize (= *Cb2*), m'avait amené à conclure par la comparaison des faunes, ainsi que je l'ai exposé déjà [1], à l'existence, dans ces dépôts, de plusieurs niveaux dont deux sont nettement différents. On peut y suivre, en effet, de la base au sommet, l'évolution graduelle de la faune nettement siegenienne vers une faune emsienne identique à celle de Daun et d'Oberstadtfeld, à tel point qu'il n'est plus permis de continuer à considérer comme d'âge hunsrückien la partie supérieure de la bande méridionale *Cb2* de la Carte, que ses éléments fauniques rangent incontestablement dans l'assise de Vireux et qui constitue purement et simplement la base de l'Ahrien [2]. Ce niveau correspond, sous un facies *emseux*, au niveau (facies *anoreux*) du grès blanc de Mormont.

---

(1) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIII, 1909, Proc.-verb., p. 196.
(2) *Idem*, t. XXIII, 1909, Mém., p. 325.

L'examen et la détermination des matériaux du Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles n'ont fait que confirmer entièrement mes vues et me permettent, dès à présent, d'apporter à la connaissance du problème une documentation des plus décisives. Ces matériaux comprennent effectivement de riches séries de fossiles récoltées avec le plus grand soin, pour ainsi dire aux deux extrémités Est (Couvin) et Ouest (Grupont-Saint-Michel) de la bordure Sud du bassin de Dinant, et la concordance des résultats acquis prouve la constance des niveaux dans toute leur étendue.

On sait que dans ses remarquables travaux sur la stratigraphie de l'Ardenne, dont on peut dire qu'il fut en quelque sorte le créateur, M. Gosselet, se basant sans nul doute sur des raisons purement lithologiques, exclut de son Ahrien tout ce qui n'offre pas nettement le facies « grès de Vireux » (1). Cela explique pourquoi la liste des fossiles qu'il a donnée dans l'*Ardenne* (2) est si pauvre en espèces et pourquoi, l'ensemble de cette faune n'offrant réellement rien de bien caractéristique, l'auteur a pu en conclure que la faune ahrienne ne possède pour ainsi dire pas d'espèces qui lui soient spéciales (3). Il en résulte aussi, conséquemment, qu'une certaine partie des fossiles de sa liste du *Hunsrückien* (4) doit en être séparée comme appartenant en réalité à l'*Ahrien*.

Certes, nul plus que moi n'admire profondément l'œuvre magistrale, la science éprouvée et le grand et puissant talent d'observation de notre éminent confrère lillois; et l'on me permettra d'estimer que je n'enlèverai rien à sa gloire en établissant que l'on doit comprendre autrement qu'il le faisait, la limite des deux assises de Montigny et de Vireux.

Logiquement avec le principe qu'il adoptait, M. Gosselet sépara donc de l'assise de Vireux, pour les ranger dans son assise de Montigny, le grès blanc de Mormont ainsi qu'une série de dépôts homotaxes du grès de Mormont, mais composés de grauwacke et de quartzophyllades à facies lithologique hunsrückien d'apparence. Cependant, l'ensemble faunique de ces dépôts n'a plus qu'une parenté très lointaine avec la faune siegenienne qui distingue le Hunsrückien (*Cb2* = *Sg2*) tel qu'on doit le comprendre, c'est-à-dire tel qu'on l'observe dans la vallée de la

---

(1) *L'Ardenne*, 1888, p. 350.

(2) *Loc. cit.*, p. 350. Voir aussi : *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XIII, 1886, pp. 298-309.

(3) *L'Ardenne*, p. 350. On sait, au contraire, que la faune ahrienne de Daun et d'Oberstadtfeld est parfaitement caractéristique.

(4) *Loc. cit.*, pp. 323-324.

Sieg. En réalité, comme je l'ai dit plus haut, elle n'est autre que la faune des *untere Coblenzschichten*, avec survivance de quelques formes, d'ailleurs peu caractéristiques, des *Siegenerschichten*, indiquant tout au plus une zone de base de l'Ahrien correspondant vraisemblablement en gros aux *untere Grenzschichten* de la région rhénane.

La Commission de la Carte géologique de Belgique semble avoir adopté les vues de M. Gosselet au sujet des assises d'Houffalize (*Cb2*) et de Vireux (*Cb3*), sauf toutefois en ce qui concerne le grès blanc de Mormont; car M. X. Stainier, à qui on doit les tracés géologiques de la feuille de Mormont-Durbuy, y a placé avec raison cette roche à la base de l'assise de Vireux sous la dénomination *Cb3g*. Mais partout où j'ai pu explorer, dans la bordure Sud du bassin de Dinant, les dépôts que la Carte géologique répute hunsrückiens (= *Cb2*), j'ai rencontré avec une remarquable constance, à leur sommet, cette zone synchronique des grès de Mormont, mais à facies emseux, que je viens de signaler et dont on ne peut, comme on le verra plus loin, révoquer en doute l'âge incontestablement ahrien.

Vers le milieu de l'assise *Cb2*, on rencontre un niveau d'apparence moins constant, mais dont la faune, outre des formes nettement siegeniennes, renferme déjà un certain nombre d'espèces emsiennes, alors qu'à sa base la même assise possède un niveau bien constant, dont l'ensemble faunique est parfaitement siegenien et pourrait même être confondu avec la faune de Seifen : c'est ainsi que j'ai été autorisé à dire, dans les lignes qui précèdent, qu'il est aisé de suivre, dans ses phases principales, l'évolution de la faune siegenienne vers la faune si caractéristique de Daun et d'Oberstadtfeld.

La regrettable disparition des documents topographiques formant le précieux état civil des collections dévoniennes du Musée, enlevés par M. Dupont à la suite d'incidents qu'il ne m'appartient ni de rappeler ni d'apprécier, n'avait pas été sans apporter tout d'abord un grave obstacle à la bonne marche de l'étude que j'ai entreprise. Toutefois, par la suite, grâce aux indications du préparateur, M. A. Leduc, qui fut l'aide intelligent et assidu de M. Dupont dans son exploration du Dévonien, et grâce surtout à la découverte toute récente, dans les dossiers de Béclard, de plusieurs planchettes de la Carte au $^1/_{20\,000}$ portant le repérage exact de certains gîtes très importants, accompagnées d'un carnet de notes de voyage, il m'a été possible de tirer, des riches séries infradévoniennes du Musée, tout le parti que comporte leur haute et inestimable valeur documentaire. Ces circonstances m'ont permis, en outre, de préciser l'horizon stratigraphique exact des gîtes

de Saint-Michel, n° 23 (Thiers des Grippes), et de Grupont, n° 8699, et de corriger en même temps une grave erreur commise par Béclard dans son travail sur la faune de Saint-Michel, relative à l'indication topographique du gîte [1].

Les gisements que je me propose d'examiner dans cette note sont au nombre de sept

Trois appartiennent à la base du Siegenien supérieur *Sg2* (= *Sg2a*) correspondant à la base de l'assise d'Houffalize *Cb2* :

1° Feuille de Saint-Hubert, n° 23 (Saint-Michel);

2° Feuille de Grupont, n° 8699;

3° Feuille de Couvin, n° 8723.

Deux autres gîtes, peu ou pas représentés au Musée, mais dont je possède d'abondants matériaux, sont situés vers le sommet du Siegenien supérieur (= *Sg2b*), soit dans la partie moyenne de l'assise d'Houffalize *Cb2* telle que la comprend la Commission de la Carte géologique :

1° Feuille de Couvin, n° 8115;

2° Feuille de Couvin, série *B*, n° 2.

Enfin, les deux derniers gisements appartiennent à la base de l'Emsien (= *Em1a*) concordant avec le sommet du *Cb2* de la Carte :

1° Feuille de Couvin, n° 8697;

2° Feuille de Grupont, n° 8542bis.

A. Gîtes siegeniens.

a) Base du Siegenien supérieur (*Sg2a*).

1° *Gîte de Saint-Michel, feuille de Saint-Hubert, n° 23.*

La faune du Thiers des Grippes a fait l'objet d'un travail de Béclard, dans lequel l'auteur indique comme suit l'emplacement topographique du gîte fossilifère [2] :

« Le gîte principal de Saint-Hubert est situé à 400 mètres au Nord du ruisseau *La Masblette*, à l'endroit appelé *Thiers des Grippes*.

» La position est exactement indiquée par le point *A* sur la réduction ci-dessous de la partie Nord-Ouest de la feuille de Saint-Hubert, d'après la Carte militaire. »

Le point est repéré par Béclard, sur l'extrait précité de la Carte joint

---

[1] *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. I, 1887, Mém., p. 63 (carte).

[2] *Loc. cit.*

à son travail, comme se trouvant à 2 040 mètres à vol d'oiseau vers le Sud-Est des anciens fourneaux de Saint-Michel. En reportant ce point sur la Carte géologique, levée par Forir, on constate qu'ainsi indiqué, il se trouve en pleine bande *taunusienne*, à environ 680 mètres à l'Est de la limite supérieure, remontant vers le Nord, séparant le Taunusien *Cb1* de l'Hunsrückien *Cb2*. Autour de cet endroit, Forir a constaté des affleurements tantôt de grès (facies d'Anor), tantôt de grauwacke, grès et schistes (facies de Mirwart) du *Cb1*. La faune de ce gîte différant de la faune taunusienne et offrant un facies hunsrückien bien marqué, une erreur était certaine soit dans les tracés de Forir (peu probable dans le cas présent), soit plus vraisemblablement dans le repérage indiqué par Béclard, car M. Dupont, frappé de l'aspect de cette faune, n'avait pas hésité à faire ranger les fossiles de Saint-Michel parmi le Hunsrückien. Les cartes-minutes des dossiers de Béclard me prouvèrent que mes prévisions étaient parfaitement fondées, le gîte de Saint-Michel se trouvant en réalité *à environ 1 kilomètre à l'Ouest* du point marqué par Béclard dans son travail précité! Cela ressort nettement, en outre, des notes de voyage tenues en 1891 par Béclard lui-même, où il indique que le gîte en question est situé à 350 mètres de l'entrée du nouveau chemin alors en construction, point que j'ai pu parfaitement préciser par la comparaison avec les anciennes cartes.

Ainsi rectifié, on constate que, conformément aux caractères de la faune, le gîte est bien situé dans la bande hunsrückienne *Cb2*, et à moins de 200 mètres de la limite séparative du *Cb1* et du *Cb2*, soit vers la base du *Cb2*, niveau que j'indique sous la dénomination *Sg2a*.

La faune, dont j'ai opéré la revision, se compose des espèces suivantes :

Revision Maillieux, 1910.	**Déterminations de Béclard** [1].
GASTÉROPODES.	
Platyceras cf. *dubium* Barrois sp.	. . . . .
— *aries* Maurer sp.	. . . . .
LAMELLIBRANCHES.	
Actinodesma obsoletum Goldf. sp.	1887. *Avicula lamellosa* Goldf.
Pterinea costata Goldf.	1887. *Pterinea costata* Goldf.
Gosseletia carinata Goldf.	. . . . .

[1] Voir les travaux publiés par Béclard, parus dans les *Bulletins de la Société belge de Géologie*, t. I, 1887, Mém., pp. 60-96; t. IV, 1890, Mém., pp. 29-32; t. IX, 1895, pp. 129-240 et pp. 260-288 des Mémoires.

BRACHIOPODES.

Spirifer excavatus Kayser.	1887. *Spirifer Gosseleti* Béclard *ex parte.* 1895. *Spirifer hystericus Gosseleti* Bécl. *ex parte.*
— *solitarius* Krantz.	1887-1895. *Spirifer daleidensis* Stein.
— *Bischofi* (Rœm.) Giebel.	1887-1895. — — — (1).
— *hystericus* Schloth.	1887-1895. — *hystericus Gosseleti* Béclard *ex parte.*
— *latestriatus* Maur.	. . . . .
— *primaevus* Stein.	1887. *Spirifer Beaujani* Béclard et *primaevus* Stein.
— cf. *primaevus* Stein.	1887. *Spirifer Decheni* Kayser. 1895. — *primaevus* Stein.
Cyrtina heteroclyta Defr.	1887. *Cyrtina heteroclyta* Defr.
Rhynchonella (Camaratœchia) daleidensis Rœm.	1887. *Rhynchonella daleidensis* Rœm.
Rhynchonella (Plethorhynchus?) papilio Krantz sp.	1887-1890. *Rhynchonella Pengelliana* Davids. 1887. *Rhynchonella Stricklandi* Sow.
Rhynchonella (Plethorhynchus?) Dannenbergi Kayser.	1887. — conf. *Fitchana* Hall.
Orthis (Schizophoria) provulvaria Maur.	1887. *Orthis strigosa* Sow.
— — *personata* Zeiler.	1891. — *musischura* Béclard.
— *(Dalmanella) circularis* Sow. sp.	1887. — *circularis* Sow.
Orthothetes ingens Drevermann.	1887. *Streptorhynchus umbraculum* Schl.
Dielasma rhenana Drevermann.	1887 *Athyris undata* Defr. sp. *ex parte.*
Meganteris Archiaci Vern.	. . . . .
Stropheodonta (Leptostrophia) subarachnoidea Arch. Vern. sp.	1887. *Strophomena subarachnoïdea* A. V.
Stropheodonta Murchisoni Arch Vern. sp.	1887. — *Murchisoni* A. V.
— *Sedgwicki* A V. sp.	1887. — *Sedgwicki* A. V.
— *gigas* M'Coy sp.	1887. — *protœniolata* Maur
Athyris undata Defr. sp.	1887. *Athyris undata* Defr.

BRYOZOAIRE.

Fenestella sp.	1887. *Fenestella* sp.

(1) Bien que Béclard ait rangé le *Sp. Bischofi* dans la synonymie de *Sp. Trigeri* (*Spirifères coblenziens*, pp. 225 et 226), les échantillons de Saint-Michel se rapportant nettement au *Sp. Bischofi* ont été étiquetés par lui sous le nom de *Sp. daleidensis.*

ANTHOZOAIRES.

Favosites sp.	. . . . .
Pleurodyctium conf *selcanum* Giebel.	1887. *Pleurodyctium* sp. nov.

ÉCHINODERMES.

Fragments de tiges de *Crinoïdes* 3 sp. .	1887. *Ctenocrinus decadactylus* Bronn.

Toutes ces espèces se rencontrent notamment à Seifen, dont la faune, bien caractéristique des *Siegenerschichten*, a été décrite à diverses reprises par nos savants confrères d'Outre-Rhin [1].

2° *Gîte de Grupont, n° 8699.*

Rangé par M. Dupont dans le Taunusien (*Cb1* de la Carte = *Sg1*), ce gîte ne possède rien, cependant, du facies lithologique ni du facies faunique qui caractérisent cette assise.

Il est situé à environ 4 kilomètres à vol d'oiseau vers le Sud-Sud-Ouest de la gare de Grupont, dans la tranchée du chemin de fer (ligne Namur-Arlon), soit à un peu plus de 200 mètres au Nord de la limite inférieure du *Cb2* de la Carte. Sa position, son facies lithologique et sa faune semblent montrer qu'il se trouve dans le prolongement de la veine fossilifère de Saint-Michel, n° 23. Comme ce dernier gîte, il appartient également à un niveau de base de l'Hunsrückien (= *Cb2* = *Sg2a*).

Le Musée possède, de cette provenance, les espèces suivantes :

BRACHIOPODES.

Spirifer excavatus Kayser [2].
— *solitarius* Krantz.
— *Bischofi* Rœm.
— *hystericus* Schl.
— *primaevus* Stein.
— *latestriatus* Maur.

---

[1] Voir, entre autres, le remarquable travail de M. DREVERMANN : *Die Fauna der Siegenerschichten von Seifen unweit Dierdorf* (Westerwald) (PALAEONTOGRAPHICA, t. L, 1903-1904, pp. 229 et suiv.).

[2] J'ai constaté, après la publication de ma *Première note sur les Spirifères* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., t. XXIII, 1909, Mém., pp. 323 et suiv.), l'existence de certaines espèces qui n'avaient pas été placées avec les matériaux ayant servi à l'étude précitée, mais étaient restées parmi les autres fossiles des différents gîtes. C'est pourquoi ces espèces n'ont pas été signalées tout d'abord dans les gîtes où je les mentionne actuellement.

Rhynchonella (*Plethorhynchus ?*) *papilio* Krantz sp.
— (*Camarotœchia*) *daleidensis* Rœm.
Orthis (*Schizophoria*) *provulvaria* Maur.
— — *personata* Zeiler.
— (*Dalmanella*) *circularis* Sow. sp.
Orthothetes ingens Dreverm.
Dielasma rhenana Dreverm
Meganteris Archiaci Vern.
Stropheodonta (*Leptostrophia*) *subarachnoïdea* A. V. sp.
— *Murchisoni* A V. sp.
— *Sedgwicki* A. V. sp
— *gigas* M'Coy sp.
Athyris undata Def. sp

ANTHOZOAIRE

Favosites sp.

BRYOZOAIRE.

Fenestella sp.

Comme on peut s'en rendre compte, à part quelques formes manquantes, mais qu'une exploration complète ferait sans doute aisément retrouver, c'est la répétition exacte de la faune de Saint-Michel, n° 23.

3° *Gîte de Couvin, n° 8723.*

La position de ce gîte tout à la base des couches hunsrückiennes et sa faune indiquent sa contemporanéité avec les deux gisements qui viennent d'être décrits.

Il est situé à environ 2 480 mètres au Sud de Couvin, dans une tranchée de la nouvelle route de Couvin à Rocroi, et à peu de distance au Nord de la limite inférieure du *f b2*.

Dans la liste ci-après, les espèces précédées d'un astérisque ne figurent pas parmi les séries du Musée, mais sont représentées dans mes collections :

TRILOBITES.

Homalonotus conf. *planus* Sandberger.
Cryphaeus laciniatus Rœm.

GASTÉROPODES.

* ? *Platyceras* conf. *dubium* Barrois sp.

Lamellibranches.

Actinodesma obsoletum Goldf. sp.
Gosseletia conf. *truncata* Rœm.
— *carinata* Goldf.
* ? *Myalina lodanensis* Frech.
Pterinea costata Goldf.
? *Paracyclas marginata* Maur.

Brachiopodes.

Spirifer excavatus Kayser [1].
— *subcuspidatus* Schnur, *var.* [1] (= *Sp.* nov. sp. aff. *subcuspidatus* Dreverm.).
* — *solitarius* Krantz.
* — *carinatus* Schnur.
— *primaevus* Stein.
— conf. *primaevus* Stein.
— *paradoxus* var. *Hercyniae* Gieb.
— *Trigeri* Vern.
— sp.
Orthothetes ingens Dreverm.
Leptaena (*Leptagonia*) *rhomboïdalis* Dalm.
Stropheodonta Murchisoni A. V. sp.
— *Sedgwicki* A. V. sp.
Chonetes plebeja Schnur.
— *sarcinulata* Schloth. sp.
— *dilatata* Rœm. sp.
Orthis (*Schizophoria*) *provulvaria* Maur.
* — — *personata* Zeil.
— (*Dalmanella*) sp. conf. *circularis* Sow.
Athyris undata Defr. sp.
* — *Ferroñesensis* A. V.
Atrypa reticularis L.
Meganteris Archiaci Vern.
Rhynchonella (*Plethorhynchus?*) *Dannenbergi* Kays.
— (*Camarotœchia*) *daleidensis* Rœm.

---

[1] Voir note 2, p. 195.

Uncinulus (*Eatonia?*) sp.
* — *fronte-costatus* Dreverm
Dielasma rhenana Dreverm.
Craniella cassis Zeiler sp.

ANTHOZOAIRE.

Zaphrentis primaevus Stein.

ÉCHINODERMES.

Articles de *Crinoïdes*.

La concordance de la faune des trois gîtes est indéniable, et il est hors de doute qu'une exploration complète ferait retrouver, dans les gîtes où elles semblent manquer, les formes qui n'y sont pas signalées. On saisira mieux cette concordance au tableau ci-après qui, en outre, permettra de faire ressortir l'affinité étroite de cette faune avec la faune de Seifen :

Tableau comparatif de la faune des trois gîtes *Sg2a* précités et de la faune de Seifen.

Genre, espèce, auteur.	St-Michel 23	Grupont 8699	Couvin 8723	Seifen.
TRILOBITES.				
Homalonotus cf. *planus* Sandb.	—	—	+	—
Cryphaeus laciniatus Rœm.	—	—	+	+
GASTÉROPODES.				
Platyceras cf. *dubium* Barrois sp	+	—	+?	—
— *aries* Maurer sp.	+	—	—	+
LAMELLIBRANCHES.				
Actinodesma obsoletum Goldf. sp.	+	—	+	+
Pterinea costata Goldf	+	—	+	+
Gosseletia carinata Goldf.	+	—	+	+

Genre, espèce, auteur.	St-Michel 23	Grupont 8699	Couvin 8723	Seifen.
Lamellibranches (*suite*).				
Gosseletia cf. *truncata* Goldf.	—	—	+	—
? *Myalina lodanensis* Frech.	—	—	+	—
? *Paracyclas marginata* Maurer	—	—	+	—
Brachiopodes.				
Spirifer excavatus Kays.	+	+	+	+
— *solitarius* Krantz	+	+	+	+
— *Bischofi* Rœm.	+	+	—	+
— *hystericus* Schloth.	+	+	—	+
— *latestriatus* Maur.	+	+	—	—
— *primaevus* Stein	+	+	+	+
— cf. *primaevus* Stein	+	—	+	—
— *Trigeri* Vern.	—	—	+	—
— *subcuspidatus* Schnur. var.	—	—	+	+
Spirifer paradoxus var. *hercyniae* Gieb.	—	—	+	—
— *carinatus* Schnur	—	—	+	—
— sp.	—	—	+	—
Cyrtina heteroclyta Defr.	+	—	—	+
Athyris undata Defr. sp.	+	+	+	+
— *Ferroñesensis* A. V.	—	—	+	—
Atrypa reticularis L.	—	—	+	—
Leptaena (Leptagonia) rhomboïdalis Dalm. sp	—	—	+	+
Stropheodonta Murchisoni Arch Vern sp.	+	+	+	+
Stropheodonta Sedgwicki A. V. sp.	+	+	+	+
— *gigas* M'Coy sp	+	+	—	+
— *(Leptostrophia) subarachnoïdea* A. V. sp.	+	+	—	+

Genre, espèce, auteur.	St-Michel 23	Grupont 8699	Couvin 8723	Seifen.
Brachiopodes (*suite*).				
Orthothetes ingens Dreverm. . . .	+	+	+	+
Dielasma rhenana Dreverm. . . .	+	+	+	+
Meganteris Archiaci Vern. . . .	+	+	+	+
Orthis (Schizophoria) provulvaria Maur.	+	+	+	+
Orthis (Schizophoria) personata Zeil.	+	+	+	+
— *(Dalmanella) circularis* Sow.	+	+	+	+
— sp. cf. (*Dalm.*) *circularis* .	—	—	+	—
— sp	—	—	+	—
Rhynchonella (Camarotœchia) daleidensis Rœm	+	+	+	+
Rhynchonella (Plethorhynchus?) papilio Krantz	+	+	—	+
Rhynchonella (Plethorhynchus?) Dannenbergi Kays.	+	—	+	+
Uncinulus (Eatonia?) sp.	—	—	+	—
Uncinulus fronte-costatus Dreverm. .	—	—	+	+
Chonetes plebeja Schnur	—	—	+	—
— *sarcinulata* Rœm. sp. . .	—	—	+	—
— *dilatata* Schl. sp. . . .	—	—	+	—
Craniella cassis Zeil. sp. . . .	—	—	+	—
Bryozoaire.				
Fenestella sp.	+	+	—	—
Anthozoaires.				
Pleurodyctium cf. *selcanum* Gieb. .	+	—	—	—
Zaphrentis primaevus Stein . . .	—	—	+	—
Favosites sp.	+	+	—	—

b) Sommet du Siegenien supérieur (*Sg2b*).

1° *Gîte de Couvin, n° 8115.*

M. Dupont, induit en erreur par les formes emsiennes qui apparaissent à ce niveau et se basant du reste sur les matériaux très insuffisants recueillis dans ce gîte par le Musée, l'avait provisoirement rangé dans son assise érezéenne (= Ahrien = *Cb3*) : c'est la mention que portent les étiquettes. Cette appréciation réduirait le Hunsrückien à des limites tellement étroites, qu'il ne semblerait plus être alors qu'une simple zone peu importante du sommet du Siegenien. De plus, comme on le verra également à propos du gîte *B* n° 2, de la feuille de Couvin, qui appartient au même niveau, si la prédominance ne reste peut-être pas tout à fait acquise aux formes nettement siegeniennes, il se trouve parmi elles des espèces qui n'ont pas dépassé le Siegenien (*Orthis provulvaria*, *Orthothetes ingens*, etc.) et que nous ne retrouverons pas dans les gîtes du sommet de la bande *Cb2* (1), où elles sont remplacées par des formes qui en dérivent, mais dont les caractères différentiels sont suffisants pour justifier l'application de noms différents (*Orthis vulvaria*, *Orthothetes umbraculum*, etc.). De plus, la présence du *Sp. primaerus*, quoique extrêmement rare, semble être un critérium certain de l'âge siegenien de ces couches. Quant à la naissance des formes emsiennes, que nous trouverons beaucoup plus puissamment développées dans la zone du sommet de la bande *Cb2* que je range à la base de l'Ahrien (= *Em1a*), elle indique simplement l'évolution graduelle de la faune primitive.

La veine fossilifère du gîte 8115 est mise à découvert sur un assez long parcours par des tranchées le long du chemin de Couvin à Cul-des-Sarts, et commence à environ 2 300 mètres au Sud de Couvin. On y recueille des fossiles en divers points, dont le dernier se trouve à environ 900 mètres à l'Ouest du premier. Tous ces points appartiennent au même horizon, la route suivant à peu près la direction des couches.

Les espèces de la liste ci-après qui sont précédées d'un astérisque sont celles qui, ne figurant pas dans les séries du Musée, font partie de ma collection :

Trilobite.

* *Cryphaeus laciniatus* Rœm.

Gastéropodes.

Platyceras priscum Goldf. sp.
— *compressum* Goldf. sp.

---

(1) Au sens de la Commission géologique.

LAMELLIBRANCHES.

Grammysia laevis Dreverm.
Gosseletia carinata Goldf.
* *Conocardium reflexum* Zeiler.
* *Nuculana* cf. *Mülleri* Beush.
* *Pterinea costata* Goldf.
* *Ctenodonta?* sp.
* *Modiomorpha lamellosa* Sandb.
* *Aviculopecten (Orbipecten) Follmanni* Frech.

BRACHIOPODES.

Spirifer paradoxus var. *hercyniae* Gieb.
* — *subcuspidatus* Schnur.
* — *carinatus* Schnur.
* — aff. *carinatus* (Schnur) Scupin.
* — sp.
Stropheodonta Murchisoni Arch Vern. sp.
Leptaena (Leptagonia) rhomboïdalis Dalm.
Chonetes sarcinulata Schloth. sp.
* — *plebeja* Schnur.
* *Orthothetes ingens* Dreverm.
Meganteris Archiaci Vern.
* *Orthis (Schizophoria) provulvaria* Maurer.
* — *(Schizophoria?)* sp.
* — *(Dalmanella) circularis* Sow.
* *Rhynchonella (Camarotoechia) daleidensis* Rœm.
Uncinulus antiquus Schnur sp.
* *Atrypa reticularis* L.

ANTHOZOAIRES.

* *Favosites* sp.
* *Zaphrentis primaevus* Stein.
* *Pleurodyctium problematicum* Goldf.

2° *Gîte série* B *n° 2, de la feuille de Couvin.*

Ce gisement n'est pas représenté au Musée : toutes les espèces citées appartiennent à ma collection.

Il est situé mi-partie sur le territoire de Couvin et mi-partie sur celui de Petigny, à environ 2 200 mètres au Sud-Est de Couvin. Comme

pour le gîte précédent n° 8115, la direction du chemin concordant à peu près sur un certain parcours avec la direction des couches, la tranchée y met à découvert en plusieurs points des veines fossilifères appartenant au même horizon. Le gîte principal, excessivement riche en espèces, se trouve à environ 100 mètres à l'Est de la limite séparative des communes de Couvin et de Petigny.

La faune se compose des espèces suivantes :

TRILOBITES.

Homalonotus sp.
Cryphaeus laciniatus Rœm.

CÉPHALOPODES.

Gomphoceras sp.
Orthoceras sp. (2 sp.).

GASTÉROPODES.

Pleurotomaria striata Goldf.
Loxonema? sp.
Platyostoma sp.
Bellerophon sp.
Platyceras priscum Goldf. sp.
— cf. *dubium* Barrois sp.
— sp.

PTÉROPODE.

Tentaculites scalaris Schl.

LAMELLIBRANCHES.

Goniophora Sturtzi Beushaus.
? — *eifeliensis* Kayser.
Myophoria peregrina Beushaus.
Modiomorpha lamellosa Sandb.
— confer. *elevata* Krantz.
— ? sp.
Ctenodonta conf. *millestria* Beushaus.
Nucula conf. *fornicata* Goldf.
Nuculana conf. *lodanensis* Beushaus.
Gosseletia carinata Goldf.
Actinodesma obsoletum Goldf.

Avicula pseudolaevis OEhlert.
Pterinea costata Goldf.
Conocardium reflexum Zeiler.
Grammysia ovata? Sandberger.

BRACHIOPODES.

Orthis (*Schizophoria*) *provulvaria* Maurer.
— — sp.
— (*Dalmanella*) *circularis* Sow.
— sp.
Orthothetes ingens Dreverm.
Leptaena (*Leptagonia*) *rhomboïdalis* Dalm. sp.
Stropheodonta Murchisoni A. V. sp.
— *Sedgwicki* A. V. sp.
— aff. *gigas* (M'Coy sp.) Dreverm.
Chonetes plebeja Schnur.
— *semiradiata* Sow. sp.
— *sarcinulata* Schloth sp.
— sp. confer. *tenuistriata* OEhlert.
— *dilatata* Rœm. sp.
— nov. sp.
Athyris undata Defrance sp.
— sp. conf. *concentrica* von Buch.
Atrypa reticularis L.
Rhynchonella (*Camarotœchia*) *daleidensis* Rœm.
— sp.
Uncinulus fronte-costatus Dreverm.
Meganteris Archiaci Vern.
? *Retzia* sp. conf. *Oliviani* Vern. sp.
? *Trigeria* sp. aff. *Gaudryi* OEhlert sp.
Spirifer subcuspidatus Schnur.
— *primaevus* Stein.
— *carinatus* Schnur.
— aff. *carinatus* (Schnur) Scupin.
— *paradoxus* var. *hercyniae* Gieb.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Discina? sp.
Lingula sp.

BRYOZOAIRE.

Fenestella sp.

ANTHOZOAIRES.

Favosites sp.
Pleurodyctium problematicum Goldf.
Zaphrentis primaevus Stein.

ÉCHINODERMES.

Cyathocrinus? sp.
Articles de *Crinoïdes*.

Le tableau ci-après indique les formes des gîtes *Sg2b* (1) communes avec celles de Seifen, de Daun et d'Oberstadtfeld :

Genre, espèce, auteur.	COUVIN 8115	COUVIN B n° 2.	SEIFEN etc.	Daun et Oberstadtfeld.
TRILOBITES.				
* *Cryphaeus laciniatus* Rœm. . .	+	+	+	+
Homalonotus sp..	—	+	—	—
CÉPHALOPODES.				
Gomphoceras sp.	—	+	—	—
Orthoceras sp. (2 sp.)	—	+	—	—
GASTÉROPODES.				
Pleurotomaria striata Goldf. . .	—	+	—	—
Loxonema? sp.	—	+	—	—
Platyostoma sp.	—	+	—	—
Bellerophon sp.	—	+	—	—
Platyceras priscum Goldf. sp. . .	+	+	—	—
* — cf. *dubium* Barrois sp..	—	+	—	—
— *compressum* Goldf. sp..	+	—	—	—

(1) Les espèces précédées d'un astérisque sont celles qui sont communes aux deux niveaux siegeniens *Sg2a* et *Sg2b*.

Genre, espèce, auteur.	Couvin 8115	Couvin B nº 2.	Seifen etc.	Daun et Oberstadtfeld.
Ptéropode.				
Tentaculites scalaris Schloth. . .	—	+	+	+
Lamellibranches.				
Grammysia laevis Dreverm. . .	+	—	—	—
— *ovata?* Sandb. . .	—	+	+	—
Goniophora Stürtzi Beush. . .	—	+	—	+
? — *eifeliensis* Kays. . .	—	+	—	+
Myophoria peregrina Beush. . .	—	+	—	—
Modiomorpha lamellosa Sandb. .	+	+	—	—
— cf. *elevata* Krantz .	—	+	+	+
Modiomorpha? sp.	—	+	—	—
Ctenodonta cf. *millestria* Beush. .	—	+	+	—
Ctenodonta? sp.	+	—	—	—
Nucula cf. *fornicata* Goldf. . .	—	+	—	—
Nuculana cf. *lodanensis* Beush. .	—	+	—	—
Nuculana cf. *Mülleri* Beush. . .	+	—	—	—
* *Gosseletia carinata* Goldf. . . .	+	+	+	+
* *Actinodesma obsoletum* Goldf. . .	—	+	+	+
* *Pterinea costata* Goldf.	+	+	+	+
Avicula pseudolaevis OEhl. . . .	—	+	+	
Aviculopecten (Orbipecten) Follmanni Frech.	+	—	?	+
Conocardium reflexum Zeiler. . .	+	+	+	
Brachiopodes.				
* *Spirifer paradoxus* var. *hercyniae* Gieb.	+	+	—	+
* *Spirifer primaevus* Stein. . . .	—	+	+	—
* — *subcuspidatus* Schnur . .	+	+	—	+

Genre, espèce, auteur.	Couvin 8115	Couvin B nº 2.	Seifen etc.	Daun et Oberstadtfeld.
Brachiopodes (*suite*).				
* *Spirifer carinatus* Schnur. . . .	+	+	—	+
— aff. *carinatus* (Schnur.) Scupin	+	+	—	+
Spirifer sp.	+	—	—	—
* *Cyrtina heteroclyta* Defr. . . .	—	+	+	+
* *Leptaena (Leptagonia) rhomboïdalis* Dalm. sp.	+	+	+	+
* *Stropheodonta Murchisoni* A. V. sp.	+	+	+	+
* — *Sedgwicki* A. V. sp. .	—	+	+	—
— aff. *gigas* (M'Coy sp.) Dreverm.	—	+	—	+
* *Orthothetes ingens* Dreverm. . .	+	+	+	—
* *Athyris undata* Defr. sp. . . .	—	+	+	+
— sp. cf. *concentrica* v. Buch.	—	+	—	—
Atrypa reticularis L.	+	+	—	—
* *Meganteris Archiaci* Vern. . . .	+	+	+	+
* *Rhynchonella (Camarotoechia) daleidensis* Rœm.	+	+	+	+
Uncinulus antiquus Schnur. sp. .	+	—	—	—
* — *fronte-costatus* Dreverm	—	+	+	—
Rhynchonella sp.	—	+	—	—
* *Orthis (Schizophoria) provulvaria* Maur.	+	+	+	—
Orthis (Schizophoria) sp. . . .	+ (?)	+	—	—
* — *(Dalmanella) circularis* Sow.	+	+	+	+
? *Retzia* sp. cf. *Oliviani* Vern. sp. .	—	+	—	—
? *Trigeria* sp. aff. *Gaudryi* OEhlert sp.	—	+	—	—
* *Chonetes plebeja* Schnur. . . .	+	+	+	+
— *semiradiata* Sow. sp. .	+	+	—	+

Genre, espèce, auteur.	Couvin 8115	Couvin B nº 2	Seifen.	Daun et Oberstadtfeld.
Brachiopodes (*suite*).				
* *Chonetes sarcinulata* Schloth. sp.	—	+	+	+
* — *dilatata* Rœm. sp. . .	—	+	+	+
— sp. cf. *tenuistriata* OEhl.	—	+	—	—
— nov. sp.	—	+	—	—
Discina ? sp.	—	+	—	—
Lingula sp.	—	+	—	—
Bryozoaire.				
* *Fenestella* sp.	—	+	—	—
Anthozoaires.				
* *Favosites* sp.	+	+	—	—
* *Zaphrentis primaevus* Stein . .	+	+	—	—
Pleurodyctium problematicum Gol.	+	+	+	+
Échinodermes.				
Cyathocrinus ? sp.	—	+	—	—
Articles de *Crinoïdes*	—	+	—	—

B. Gîtes ahriens de base (*Em1a*).

1° *Gîte de Pesche. Feuille de Couvin, nº 8697.*

Ce gîte est bien connu. Déjà, en 1879, M. Malaise le mentionnait dans sa *Description des gîtes fossilifères dévoniens* (1) comme étant d'âge hunsrückien. C'est dans la même assise que le range la Carte géologique levée par Forir.

Il est situé à environ 1 900 mètres au Sud de Pesche, le long du

(1) *Loc. cit.*, p. 13, nº 13

chemin des « Fonds de l'eau » et à environ 80 à 100 mètres au Sud de la limite supérieure, d'après la Carte géologique officielle, du Hunsrückien *Cb2*.

Comme on va le voir par la liste des espèces qui s'y rencontrent, ces couches du sommet de la bande *Cb2* appartiennent en réalité à l'assise de Vireux, l'ensemble de la faune étant identique, à peu de chose près, à celle de Daun et d'Oberstadtfeld. Étant donné qu'on ne peut méconnaître la concordance de l'assise de Vireux avec les *untere Coblenzschichten* de la région rhénane, la logique impose de considérer dès lors comme ahriens les dépôts dont la faune est aussi intimement semblable à celle qui caractérise cette assise sur les bords du Rhin.

Le gîte n° 8697 est abondamment représenté au Musée et les espèces suivantes s'y trouvent, pour la plupart, en nombreux échantillons, que M. Dupont avait, avec raison, classés dans son Érezéen (= Ahrien) :

TRILOBITES.

Homalonotus planus Sandb.
— *rhenanus* C. Koch.

GASTÉROPODE.

Platyceras sp. cf. *contortum* Stein sp.

PTÉROPODE.

Tentaculites scalaris Schloth.

LAMELLIBRANCHES.

Actinodesma obsoletum Goldf. sp.
Plerinea costata Goldf.
Limoptera rugosa Beush. (nov. sp.) [1].
Aviculopecten (Orbipecten) Follmanni Frech.
Avicula pseudolaevis OEhl.
Goniophora Stürtzi Beush.
Gosseletia truncata Rœm.
— aff. *truncata* Rœm.
— *carinata* Goldf.
— *trigona* Goldf.

---

[1] Cette nouvelle espèce sera publiée avec le dossier inédit délaissé par le regretté Beushausen qui, en 1901, avait entrepris l'étude des Lamellibranches dévoniens du Musée.

Cypricardella subovata Beush.
— sp. cf. *subovata* Beush.
— *elongata* Beush.
— sp. cf. *elongata* Beush.
— sp.
Cyrtodonta cf. *dunensis* Dreverm.
? *Myophoria* sp.
Cypricardinia sp.
Nucula curvata Maur.
— sp. cf. *tumida* Rœm.
— sp. cf. *Kahlebergensis* Beush.
Leda (Nuculana) securiformis Goldf.
Grammysia ovata Sandb.
? *Myalina lodanensis* Frech.
Pterinea Follmanni Frech.
? *Pterinea laevis* Goldf. (emend. Frech.).

BRACHIOPODES.

Orthis (Schizophoria) vulvaria Schl. sp.
— *(Dalmanella) circularis* Sow.
Leptaena (Leptagonia) rhomboïdalis Dalm.
Stropheodonta Murchisoni A. V. sp.
— *fascigera* Dreverm.
— *virgata* Dreverm.
— *piligera* Sandb. sp.
— aff. *gigas* (M'Coy sp.) Dreverm.
— *(Leptostrophia) explanata* Sow. sp.
— — *subarachnoïdea* A. V. sp.
— *(Douvillina) elegans* Dreverm.
— — sp. cf. *elegans* Dreverm.
Rhynchonella (Plethorhynchus ?) Dannenbergi Kays.
— — *dunensis* Dreverm.
— *(Camarotœchia) daleidensis* Rœm.
Chonetes plebeja Schnur.
— *semiradiata* Sow. sp.
— *dilatata* Rœm. sp.
— *sarcinulata* Schloth sp.
Tropidoleptus carinatus Conr. sp.
Orthothetes umbraculum Schl. sp.
Meganteris Archiaci Vern.

Uncinulus antiquus Schnur. sp.
— *(Eatonia) eifeliensis* Dreverm.
Atrypa reticularis L.
Athyris undata Defr. sp.
Spirifer arduennensis Schn.
— *subcuspidatus* Schn.
— — var. *alata* Kays. (1).
— *carinatus* Schn.
— aff. *carinatus* (Schn.) Scupin.
— *unduliferus* Kays. (1).
— *latestriatus* Maur.
— *paradoxus* var. *hercyniae* Gieb.
Cyrtina heteroclyta Defr. sp.
Craniella cassis Zeil. sp.

BRYOZOAIRE.

Fenestella sp.

ANTHOZOAIRES.

Pleurodyctium proble Goldf.
Zaphrentis primaevus? Stein.

ÉCHINODERMES.

?Xenaster sp. cf. *latiscutatus* Sandb. sp.
Articles de *Crinoïdes*.

Si quelques formes appartiennent encore à la faune siegenienne, ce qui n'a rien de surprenant, il est à remarquer que leur survivance dans les *untere Coblenzschichten*, voire même plus haut, a déjà été signalée. L'extension verticale de certaines espèces est d'ailleurs parfois considérable et l'on peut citer comme typique à cet égard la *Leptæna* (*Leptagonia*) *rhomboïdalis*, que sa force de résistance et ses aptitudes à s'adapter à des milieux biologiques différents ont fait perdurer du Silurien au Carboniférien. Qu'on l'appelle *rhomboïdalis*, *depressa* ou *analoga*, elle n'en constitue pas moins une seule et même espèce dont les caractères ont très peu évolué. La prédominance est, ici comme dans le gîte suivant, nettement acquise aux formes emsiennes.

---

(1) Voir p. 195, note 2.

2° *Gîte de Grupont, n° 8542bis.*

Les remarques qui précèdent s'appliquent également à ce gîte. Sa position par rapport à la limite supérieure du *Cb2* de la Carte, et les éléments de sa faune, qu'il serait intéressant de pouvoir compléter, concordent, en effet, avec la position et la faune du gîte n° 8697 de la feuille de Couvin.

Le gîte n° 8542bis est situé à environ 1 500 mètres vers le Nord-Est du gîte de Grupont n° 8699, étudié avec les gisements siegeniens. La limite supérieure du *Cb2* de la Carte (dont on doit les tracés à Forir) passe à environ 200 mètres au Nord. Il convient donc, comme pour le gîte précédent, de la reculer vers le Sud, de façon qu'elle n'englobe plus, dans le Hunsrückien, des couches dont la faune est ahrienne.

Les espèces suivantes s'y rencontrent :

GASTÉROPODES.

Platyceras priscum Goldf. sp.
— *contortum* Stein sp

LAMELLIBRANCHES.

Pterinea lineata Goldf.
— aff. *lineata* Goldf.
Aviculopecten (Orbipecten) Follmanni Frech.
Pterinea expansa Maur.
— cf. *expansa* Maur.
— *costata* Goldf.
Limoptera cf. *bifida* Sandb.
— *microptera* Beush. nov. sp. [1].
— *gigantea* Follen.
— cf. *semiradiata* Frech.
— sp.
Cyrtodonta (Cyrtodontopsis) Follmanni ? Dreverm.
Grammysia ovata Sandb.
Gosseletia truncata Rœm.
— *trigona* Goldf. sp.
Actinodesma obsoletum Goldf. sp.
Avicula pseudolaevis Œhl.

---

[1] Voir note 1, p. 209.

BRACHIOPODES.

Stropheodonta Murchisoni A. V. sp.
— *virgata* Dreverm.
— sp. cf. *virgata* Dreverm.
— aff. *gigas* (M' Coy sp.) Dreverm.
— *(Leptostrophia) explanata* Sow. sp.
Leptaena (Leptagonia) rhomboïdalis Dalm.
Orthothetes umbraculum Schl. sp.
Tropidoleptus carinatus Conr. sp.
Athyris sp. cf. *caeraesana* Stein. sp.
— sp. cf. *aliena* Dreverm.
Anoplotheca venusta Schnur. sp.
Rhynchonella (Plethorhynchus?) Dannenbergi Kays.
— (— ?) *dunensis* Dreverm.
— *(Camarotoechia) daleidensis* Rœm.
Uncinulus antiquus Schnur. sp.
Orthis (Dalmanella) circularis Sow. sp.
Meganteris Archiaci Vern.
Dielasma rhenana Dreverm.
Chonetes plebeja Schnur.
— *semiradiata* Sow. sp.
— *sarcinulata* Schl. sp.
— *dilatata* Rœm. sp.
— sp.
Spirifer arduennensis Schnur.
— *paradoxus* var. *hercyniae* Giebel.
— *unduliferus* Kayser.
— *carinatus* Schnur.
— aff. *carinatus* (Schnur.) Scupin.

BRYOZOAIRE.

Fenestella sp.

ANTHOZOAIRES.

? *Alveolites* sp.
Pleurodyctium problematicum Goldf.
Aulopora sp. cf. *serpens* Goldf.

La constance de ce niveau emsien inférieur (*Em1a*), au sommet de la bande *Cb2* de la Carte, dans les dépôts de la bordure Sud du bassin

de Dinant, est démontrée par la concordance des éléments fauniques prélevés aux deux extrémités Est et Ouest de cette bande.

M. Dupont avait déjà parfaitement déterminé l'âge des fossiles du gîte de Grupont n° 8542bis, comme du reste de ceux du gîte n° 8699 de la feuille de Couvin, et les avait rangés tous deux, ainsi que je l'ai dit plus haut, dans son assise érezéenne (= Ahrien = *Cb3*).

Le tableau ci-après fera ressortir la similitude des espèces de ce niveau avec celles des *untere Coblenzschichten* et spécialement avec la faune d'Oberstadtfeld :

Genre, espèce, auteur.	Couvin, 8697.	Grupont, 8542bis.	Untere Coblenz-schichten.	Oberstadtfeld.	Siegener-schichten.
TRILOBITES.					
Homalonotus rhenanus Sandb. .	+	—	+	+	—
— *planus* C. Koch . .	+	—	—	—	—
GASTÉROPODES.					
Platyceras cf. *contortum* Stein sp.	+	—	—	—	—
— *contortum* Stein sp. .	—	+	—	—	—
— *priscum* Goldf. sp. . .	—	+	+	+	—
PTÉROPODE.					
Tentaculites scalaris Schl. . . .	+	—	+	+	+
LAMELLIBRANCHES.					
Actinodesma obsoletum Goldf. sp. .	+	+	+	+	+
Pterinea costata Goldf.	+	+	+	+	+
— *lineata* Goldf.	—	+	+	—	—
— aff. *lineata* Goldf . . .	—	+	—	—	—
— *expansa* Maur	—	+	+	+	+
— cf. *expansa* Maur. . .	—	+	—	—	—
— *Follmanni* Frech . .	+	—	+	+	—

Genre, espèce, auteur.	Couvin, 8697.	Grupont, 8542bis.	Untere Coblenzschichten.	Oberstadtfeld.	Siegenerschichten.
LAMELLIBRANCHES (*suite*)					
Pterinea laevis Gdf. (emend. Frech.).	+	—	+	—	—
Avicula pseudolaevis OEhl. . . .	+	+	+	+	+
Aviculopecten (Orbipecten) Follmanni Frech	+	+	+	+	?
Limoptera rugosa Beush. nov. sp.	+	—	—	—	—
— *microptera* Beush nov. sp.	—	+	—	—	—
— *gigantea* Follmann . .	—	+	+	—	—
— cf. *bifida* Sandb. . .	—	+	+	+	—
— cf. *semiradiata* Frech. .	—	+	+	+	—
— sp.	—	+	—	—	—
Gosseletia truncata Rœm. . . .	+	+	—	—	—
— aff. *truncata* Rœm. . .	+	—	—	—	—
— *trigona* Goldf. sp. . .	+	+	—	—	—
— *carinata* Goldf. sp. . .	+	—	+	+	+
Grammysia ovata Sandb . . .	+	+	+	—	+
Goniophora Stürtzi Beushaus. . .	+	—	+	+	—
Cyrtodonta (Cyrtodontopsis) Follmanni Dreverm.	—	+	+	+	—
Cyrtodonta cf. *dunensis* Dreverm.	+	—	+	+	+
Cypricardella subovata Beush .	+	—	+	+	+
— sp. cf. *subovata* Beush.	+	—	—	—	—
— *elongata* Beush . .	+	—	+	+	+
— sp. cf. *elongata* Beush.	+	—	—	—	—
— sp	+	—	—	—	—
Myalina lodanensis Frech . .	+	—	—	—	—
? *Myophoria* sp.	+	—	—	—	—
Cypricardinia sp	+	—	—	—	—

Genre, espèce, auteur.	Couvin, 8697.	Grupont, 854 bis.	Untere Coblenz-schichten.	Oberstadtfeld.	Siegener-schichten.
LAMELLIBRANCHES (*suite*).					
Nucula curvata Maur.	+	—	—	—	—
— sp. cf. *tumida* Rœm. . .	+	—	+	—	—
— sp. cf. *Kahlebergensis* Beush.	+	—	—	—	—
Leda (Nuculana) securiformis Gdf.	+	—	+	—	—
BRACHIOPODES.					
Spirifer arduennensis Schnur. . .	+	+	+	+	—
— *subcuspidatus* Schnur.. .	+	—	+	+	+
Spirifer subcuspidatus var. *alata* Kay.	+	—	—	—	—
— *carinatus* Schnur. . . .	+	+	+	+	+
— aff. *carinatus* Scupin . .	+	+	—	—	+
— *unduliferus* Kays. . . .	+	+	—	—	+
— *paradoxus* var. *hercyniae* Gieb.	+	+	+	+	—
Spirifer latestriatus Maur. . . .	+	—	+	+	—
Cyrtina heteroclyta Defr. . .	+	—	+	+	—
Orthis (Schizophoria) vulvaria Schl. sp.	+	—	+	+	—
Orthis (Dalmanella) circularis Sow. sp.	+	+	+	+	+
Stropheodonta Murchisoni A. V. sp.	+	+	+	+	+
— *virgata* Dreverm. .	+	+	+	+	—
— sp. cf. *virgata* Drev.	—	+	—	—	—
— *fascigera* Dreverm. .	+	—	+	+	—
— *piligera* Dreverm. .	+	—	+	+	—
— aff. *gigas* (M' Coy sp.) Dreverm.	+	+	+	+	—
Stropheodonta (Douvillina) elegans Dreverm.	+	—	+	+	—

Genre, espèce, auteur.	Gouvin, 8697.	Grupont, 8542bis.	Untere Coblenz-schichten.	Oberstadtfeld.	Siegener-schichten.
BRACHIOPODES (*suite*).					
Stropheodonta (Douvillina) cf. *elegans* Dreverm	+	—	—	—	—
Stropheodonta (Leptostrophia) explanata Sow. sp.	+	+	+	+	+
Stropheodonta (Leptostrophia) subarachnoïdea A. V. sp.	+	—	+	+	—
Tropidoleptus carinatus Conr. sp.	+	+	+	+	—
Leptaena (Leptagonia) rhomboïdalis Dalm.	+	+	+	+	+
Orthothetes umbraculum Schl. sp.	+	+	+	+	—
Meganteris Archiaci Vern.	+	+	+	+	+
Dielasma rhenana Dreverm	—	+	+	+	+
Athyris undata Defr. sp.	+	—	+	+	+
— sp. cf. *caeraesana* Stein sp.	—	+	+	+	—
— sp. cf. *aliena* Dreverm.	—	+	—	—	+
Atrypa reticularis L.	+	—	—	—	—
Anoplotheca venusta Schnur sp.	—	+	+	+	—
Chonetes sarcinulata Schl. sp.	+	+	+	+	+
— *plebeja* Schnur	+	+	+	+	+
Chonetes semiradiata Sow. sp.	+	+	—	—	—
— *dilatata* Rœm sp	+	+	+	+	+
— sp.	—	+	—	—	—
Uncinulus antiquus Schnur.	+	+	+	+	—
— *(Eatonia) eifeliensis* Drev.	+	—	+	+	—
Rhynchonella (Plethorhynchus ?) Dannenbergi Kays.	+	+	+	+	+
Rhynchonella (Plethorhynchus ?) dunensis Dreverm	+	+	+	+	—

Genre, espèce, auteur.	Couvin, 8697.	Grupont, 8542bis.	Untere Coblenzschichten.	Oberstadtfeld.	Siegenerschichten.
BRACHIOPODES (*suite*).					
Rhynchonella (Camarotoechia) daleidensis Rœm	+	+	+	+	+
Craniella cassis Zeiler sp.	+	—	+	+	+
BRYOZOAIRE.					
Fenestella sp.	+	+	—	—	—
ANTHOZOAIRES.					
Pleurodyctium problematicum Gdf.	+	+	+	+	+
? *Zaphrentis primaevus* Stein.	+	—	—	—	—
? *Alveolites* sp.	—	+	—	—	—
Aulopora sp. cf. *serpens* Goldf.	—	+	+	+	+
ÉCHINODERMES.					
? *Xenaster* sp. cf. *latiscutatus* Sandb. sp.	+	—	—	—	—
Articles de *Crinoïdes*	+	—	—	—	—

Pour terminer, je donne ci-après, à titre comparatif et documentaire, la liste des fossiles du grès de Mormont (*Cb3g* = *Em1a*, facies *anoreux*), tels qu'ils sont représentés dans les séries du Musée royal d'Histoire naturelle :

TRILOBITES.

Homalonotus rhenanus C. Koch.
— sp. cf. *multicostatus* C. Koch.
— ? sp.
Cryphaeus sp.
Dalmanites? sp.

Céphalopode.

Orthoceras sp.

Gastéropodes.

Platyceras (Pileopsis) cassideus A. V. sp.
Loxonema sp.
Pleurotomaria sp. cf. *striata* Goldf.
Bellerophon trilobatus var. *typus* Sandberger.
— — — *tumidus* Sandberger.
— — — *acutus* Sandberger.
— sp. conf. *brevis* Maurer.
Tentaculites scalaris Schl.
Platyceras dubium Barrois sp.
— cf. *selcanum* Giebel.
— sp.
— *(Hercynella?) incerta* Barrois.

Lamellibranches.

Pterinea costata Goldf.
— cf. *fasciculata* Goldf.
Prosocœlus pes-anseris Zeil et Wirtg.
Avicula pseudolaevis Œhl.
Chenodonta migrans Beush.
— *Maureri* Beush.
— *Maureri* var. *dunensis* Beush.
— sp. cf. *unioniformis* Sandb.
— sp.
Carydium cf. *sociale* Beush.
— *gregarium* Beush.
— sp.
?*Cucullella solenoïdes* Goldf.
Myalina nov. sp. aff. *crassitesta* Kays.
Myalina sp.
Modiomorpha cf. *elevata* Krantz.
Phtonia cf. *sectifrons* Hall.
Kochia capuliformis Koch. sp.
Myophoria sp. cf. *Rœmeri* Beush.
Goniophora? cf. *bipartita* Rœm.
Goniophora sp.
Conocardium sp. cf. *cuneatum* Rœm.

Brachiopodes.

Spirifer carinatus Schnur.
— *carinatus* var. *ignorata* Maur.
— *subcuspidatus* Schnur.
— *hystericus* Schlotheim.
— sp.
Rhynchonella (Camarotoechia) daleidensis Rœm.
? Uncinulus (Eatonia) eifeliensis Dreverm.
Dielasma rhenana Dreverm.
Stropheodonta (Leptostrophia) cf. *explanata* Sow. sp.
Orthis (Dalmanella) circularis Sow.
— *(Schizophoria)* conf. *vulvaria* Schl.
Athyris undata Defr. sp.
? Retzia sp. conf. *Oliviani* Vern.
? Trigeria sp. conf. *Guerangeri* Vern. sp.
Chonetes sarcinulata Schl. sp.
— *semiradiata* Sow. sp.
— sp. cf. *plebeja* Schnur.

Bryozoaire.

Fenestella ? sp.

Anthozoaires.

Pleurodyctium problematicum Goldf.
Favosites ? sp.
Zaphrentis ? sp

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

A. Rutot. Revision stratigraphique des ossements humains quaternaires de l'Europe. — Première partie : Les ossements parisiens de Grenelle et de Clichy. 123

E. Maillieux. Remarques sur la faune et l'horizon stratigraphique de quelques gîtes fossilifères infradévoniens 189

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Mémoires

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910 — Fascicule III

Smithsonian Institution
SEP 11 1911
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1910

LES

EAUX SOUTERRAINES

DE LA SUÈDE

PAR

J.-G. RICHERT

Ingénieur conseil,
Ancien professeur à l'École polytechnique à Stockholm,
Docteur ès sciences *honoris causa*.

AVANT-PROPOS

Le présent travail cherche à résumer le résultat de plusieurs années de mes études dans le domaine de l'hydrologie. Une partie de ce qu'il contient a déjà paru dans différentes brochures intitulées : *Om grundvattnets förekomst och användning* (La présence et l'emploi des eaux souterraines); *Les eaux souterraines artificielles; Bassins d'infiltration; L'abaissement progressif du niveau des eaux souterraines*, etc. Les données géologiques sont empruntées au *Skandinaviens geografiska utveckling* de De Geer; au *Jordens historia* de Nathorst, aux *Comptes rendus de la Société géologique de Stockholm* et à d'autres publications.

Si ma qualité d'amateur dans les sciences géologiques m'a fait commettre quelques erreurs, je prie les hommes du métier de m'accorder toute leur indulgence. En réalité, ce travail est écrit pour mes collègues, c'est-à-dire pour les ingénieurs, mais j'ose espérer que les matériaux d'explorations hydrologiques pourront, en quelque mesure, aider à l'étude des formations quaternaires de la Suède.

INTRODUCTION

Le vieux dicton « l'eau est un bon serviteur et un mauvais maître » s'appliquait originairement aux cours d'eau à ciel ouvert qui peuvent être utiles ou nuisibles à l'homme. Il en est de même des eaux souterraines. Nous tirons de la profondeur des « oses (åsar) à pierres roulées » l'eau la plus parfaite que nous employions pour l'usage domestique, mais les infiltrations qui pénètrent dans les fondations des constructions sont malsaines, et les terrains marécageux tuent les blés et les bois. La mission de l'ingénieur est tantôt de mettre à profit les bonnes propriétés des eaux souterraines, tantôt de combattre celles qui sont nuisibles ; ces tâches peuvent être aussi intéressantes et aussi difficiles l'une que l'autre. Les lois qui régissent la présence de l'eau dans la nature ne sont pas encore entièrement étudiées, et la connaissance que nous avons des cours d'eau souterrains a été acquise pendant les dernières décades.

En général, on appelle *hydrographie* la science qui traite de la présence des eaux dans la nature, mais lorsqu'il s'agit d'eau souterraine, on a introduit la dénomination *hydrologie*.

Origine des eaux souterraines.

Des eaux souterraines sont formées par l'infiltration des pluies et peut-être aussi par la condensation de l'air humide au-dessous du sol. De même que les eaux de surface, elles existent sous forme de courants caractérisés ou de nappes d'eau relativement dormante. Il va sans dire que la vitesse des courants est infiniment moins considérable lorsque l'eau filtre à travers les pores fins et irréguliers du sous-sol que lorsqu'ils n'ont à vaincre que la résistance de friction dans les lits de fleuves à ciel ouvert. Toutefois, l'eau véritablement stagnante est aussi rare sous la surface du sol qu'au-dessus. Le mouvement peut être insensible à nos yeux, mais on peut le constater par des mesures directes.

La condition primordiale pour la formation des eaux souterraines

est la porosité du sol permettant l'infiltration des eaux pluviales. Pour qu'un courant de quelque importance puisse se former, il faut encore que le sol poreux ait une profondeur et une étendue suffisantes et qu'il soit en communication avec un cours d'eau de surface dans lequel les eaux souterraines peuvent s'écouler.

La nature des eaux souterraines dépend essentiellement de la nature du sous-sol. Dans le sable ferrugineux l'eau devient ferrugineuse; dans les roches calcaires elle devient dure; dans le granit et le grès, ordinairement douce, etc.

Pour pouvoir juger en connaissance de cause des propriétés quantitatives et qualitatives d'une nappe d'eau souterraine, il est, par conséquent, nécessaire d'étudier préalablement la nature et l'étendue de la couche aquifère. On ne peut être hydrologue sans comprendre tout au moins les principes fondamentaux de la géologie.

Le régime des eaux souterraines en Suède est en plusieurs endroits difficile à saisir, et tous ceux qui ont étudié les particularités de la création de notre pays savent qu'il ne peut pas en être autrement. L'explication des phénomènes hydrologiques se trouve d'ordinaire dans les variations qui se sont produites dans le climat et l'altitude de la presqu'île scandinave pendant la période géologique la plus récente. Notre première tâche est donc de chercher à expliquer comment la structure géologique de la Suède s'est formée sous l'action de ces forces, particulièrement en ce qui concerne les couches des roches et des sols où l'on observe la présence d'eaux souterraines.

Division du mémoire.

Le premier chapitre de cette notice traitera de la formation géologique de la Suède. Le second est voué aux principes fondamentaux et aux méthodes d'examen de l'hydrologie. Pour finir, nous donnerons une description de quelques-unes des explorations hydrologiques entreprises sous la conduite de l'auteur; dans chacun des cas nous essayerons, dans la mesure de nos moyens, d'expliquer la nature géologique du sous-sol.

CHAPITRE I.

FORMATION GÉOLOGIQUE DE LA SUÈDE.

Aspect topographique.

Toutes les personnes qui ont voyagé à l'étranger ne peuvent manquer de remarquer quelques-unes des particularités du paysage suédois, qui, aux yeux d'un profane, sont difficiles à expliquer. Nous n'avons pas de vallées larges de plusieurs milles, de plateaux indéfinis, de montagnes boisées, de versants inclinés en pente douce. Presque partout nous voyons les roches dures et dénudées du terrain archéen percer une mince couche de terre couverte d'une végétation souvent pauvre. Bien au-dessus du niveau où la mer a laissé des traces, les blocs de pierre sont arrondis, lisses, comme polis, avec des rainures nombreuses dans une direction déterminée. Dans la plus grande partie de notre pays, le sol est constitué par un gravier irrégulier, mêlé d'argile, où la plus fine poussière minérale alterne avec des pierres anguleuses et des blocs immenses dont la nature pétrographique est souvent tout autre que celle des roches environnantes; et au lieu du lit de gravier des vallées continentales, nous trouvons seulement de petites couches de sable, mais en revanche de puissantes et vastes couches d'argile. Mais nos « oses » [1] à pierres roulées constituent indiscutablement le phénomène le plus remarquable de notre pays; leurs « dos de chèvre » caractéristiques s'étendent sur plusieurs dizaines de milles, tantôt enfoncés sous la surface du sol, tantôt grimpant sur des hauteurs notables et formés de couches stratifiées, triées et lavées, d'une origine évidemment fluviale.

On se demande : Quelle force géologique a-t-elle pu disséminer ces gigantesques quartiers de rochers sur le sommet des plus hautes montagnes ou les enfouir dans cette fine argile? Comment les « oses » à pierres roulées, qui sont clairement formés dans l'eau courante, ont-ils pu être déposés en travers des vallées et des lignes de partage

---

[1] Chaînes de collines allongées.

des eaux? Quel outil titanique, servant tantôt de balai pour enlever les couches meubles de terre, tantôt de rabot pour arrondir et polir ces rochers durs, a-t-il pu façonner notre roche archéenne?

A ces questions le géologue répond : De même que la glace revêt aujourd'hui la plus grande partie du Groenland, ainsi une couche de glace continue s'est répandue sur la Scandinavie et a créé sa nature géographique. La glace a d'abord supplanté les couches meubles formées dans une phase précédente, elle a ensuite attaqué la roche qu'elle a rabotée. Prises dans la glace, toutes ces masses d'argile, de sable et de pierre ont dû suivre ses mouvements, puis, rendues libres par la fonte de la glace, elles se sont déposées tantôt en mélanges irréguliers, tantôt stratifiés et triés par les fleuves impétueux formés par la fonte de la glace. Ensuite, l'altitude de la presqu'île scandinave a changé, plusieurs de ses parties se sont enfoncées dans la mer, où elles ont subi de nouvelles transformations.

Histoire géologique.

Nous allons chercher à décrire ces phases diverses du développement de notre contrée en suivant l'ordre chronologique.

Divisions des périodes géologiques.

Période archéenne	Période permienne.
— algonkienne.	— triasique.
— cambrienne.	— jurassique.
— silurienne.	— crétacique.
— dévonienne.	— tertiaire.
— carboniférienne.	— quaternaire.

C'est pendant la première période, période archéenne, lorsque la vie organique n'est pas encore éveillée, que se forme la roche primitive. Pendant les périodes suivantes, quand les roches principalement sédimentaires sont en formation, la vie organique paraît sur la terre, végétaux et animaux, d'espèces peu nombreuses au début, se développent et se multiplient par voie de sélection naturelle. Des restes pétrifiés de plantes et d'animaux, ou fossiles, sont enfouis dans des sédiments conservés encore aujourd'hui. A l'aide de la *paléontologie*, la science auxiliaire de la géologie, on est parvenu à déterminer l'âge respectif des fossiles et à baser sur cet âge la division des périodes géologiques donnée plus haut.

La roche primitive, formée pendant la période archéenne, est constituée en grande partie par du granit et du gneiss. On rattache aux formations algonkiennes la série des couches sédimentaires qui précèdent les plus anciennes couches cambriennes fossilifères. Les roches cambriennes-siluriennes sont également des dépôts sédimentaires : calcaire, grès et schistes, formés dans la mer qui, à plusieurs reprises, a dû, par conséquent, recouvrir toute la presqu'île scandinave actuelle. Le calcaire tire son origine des coquilles et autres débris calcaires provenant du monde végétal et du monde animal ; le grès est du sable cimenté par quelque substance calcaire ou ferrugineuse ; les schistes sont formés d'argile comprimée et pétrifiée.

Tout dépôt des périodes comprises entre les temps siluriens et l'âge jurassique fait défaut dans notre pays ; ce fait doit prouver que la terre avait émergé durant ce laps de temps. Pendant les périodes jurassique et crétacique, le Sud de la Suède a été immergé à diverses reprises, ce qui est l'origine de la formation des puissantes couches crétaciques de la Scanie. Pendant la période tertiaire, par suite du retrait de la mer, toute la presqu'île scandinave se trouvait à un niveau sensiblement plus élevé que celui qu'elle a actuellement. Pendant la période quaternaire, à laquelle appartient l'époque actuelle, l'époque glaciaire eut lieu ; puis se produisirent des abaissements et des exhaussements du sol durant lesquels aucune roche solide ne s'est formée en Suède.

Dislocation de l'écorce ; décomposition de sa surface.

La roche n'est pas restée telle qu'elle était lors de sa formation. Depuis sa création, la surface du globe a été exposée à de perpétuelles vicissitudes. Des dislocations latérales résultant du refroidissement et de la contraction de la croûte terrestre ont donné lieu à des plis qui paraissent sous forme de longues chaînes de montagnes, de grandes parties se sont enfoncées, formant de profondes dépressions limitées par des failles. Les masses éruptives venant de l'intérieur de la terre ont pénétré et recouvert des dépôts formés antérieurement. Et, par suite de ces divers phénomènes, il est plutôt exceptionnel de voir des roches sédimentaires occupant encore une position horizontale.

Cependant les forces prodigieuses qui ont causé ces perturbations dans la position originaire de la roche n'ont pas pu modifier la nature de la surface du globe aussi profondément que l'ont fait l'air et l'eau dont l'action paraît pourtant inoffensive et faible. Lentement mais sûrement la décomposition a transformé la surface de la roche en une

masse friable dans laquelle les racines des plantes se sont fixées; l'acide carbonique a fait son œuvre destructive; enfin la croûte solide de la roche s'est affaissée de plus en plus sous le revêtement d'éléments détritiques. Non seulement l'érosion de l'eau courante a emporté des fragments isolés, mais elle a creusé de profonds canaux dans les roches les plus dures. Et tout ce qui est ainsi balayé des régions élevées est emporté par des ruisseaux, des rivières et des fleuves; les fragments diminuent continuellement de grosseur, ils sont usés, arrondis, triés et finissent par se déposer de nouveau dans la mer sous forme de sable ou d'argile.

Les brisants de la mer attaquent les côtes, emportent les couches meubles du sol, minent et détruisent les parois denses de la roche. Les détritus végétaux remplissent les marais et les étangs de diverses sortes de tourbe.

A la longue et sous l'action incessante de ces petites forces infimes, des chaînes de montagnes ont été effacées, des lacs comblés et la ligne du littoral reculée. La lutte est perpétuelle entre les forces qui forment les roches et causent de nouvelles différences de niveaux et les forces nivelantes qui cherchent à les effacer.

Pour pouvoir bien comprendre comment la Suède, durant la période quaternaire, a reçu sa configuration géographique, il est bon de jeter un regard en arrière sur la période immédiatement précédente, la période tertiaire.

La Suède a l'époque tertiaire.

Comme nous l'avons déjà dit, la presqu'île scandinave était émergée depuis la période silurienne, à l'exception du promontoire le plus méridional de la Suède, qui, à des intervalles relativement courts, avait été recouvert par les eaux. Pendant ces millions d'années, la décomposition et l'érosion avaient peu à peu détruit les roches de formation sédimentaire et commencé à attaquer le terrain archéen sous-jacent. Au début de la période tertiaire, notre pays devait avoir un caractère analogue à celui des pays actuels de l'Europe méridionale : le climat était chaud, les pluies abondantes. Les hauts plateaux étaient couverts d'une végétation semblable à celle qui croît maintenant sur le littoral de la Méditerranée; de puissants fleuves avaient creusé de larges vallées où le gravier de décomposition s'était déposé en lits régulièrement stratifiés. Une riche faune prospérait dans cette charmante nature; dans les bois profonds, de grands quadrupèdes erraient dans

une heureuse ignorance du plus dangereux habitant de la terre, l'*homo sapiens*.

Ce que nous appelons aujourd'hui la mer Baltique n'était alors qu'une vallée entre les hauts plateaux de la Russie et de la Scandinavie. Il y coulait probablement, du Nord au Sud, un fleuve immense, nourri de nombreux affluents à l'Est et à l'Ouest ; ce fleuve se déversait dans un bras de l'Atlantique en passant sur les plaines actuelles de l'Allemagne du Nord, lesquelles ne furent formées des débris des terrains glaciaires suèdois que plus tard, pendant la période quaternaire (voir p. 232). Il est également possible que, au moins pendant une certaine phase, un fleuve tertiaire coupât la Scanie du Sud-Est au Nord-Ouest, car, entre Malmö et Lund, les sondages ont révélé la présence d'une large et profonde vallée creusée dans les formations crétacées et partiellement comblée de sédiments d'origine tertiaire (voir p. 316).

Première période glaciaire.

Peu à peu le climat devint plus rude, et au commencement de la période quaternaire la température moyenne devait être plus basse que la température actuelle. Les plantes les plus délicates avaient déjà disparu, les animaux avaient émigré vers le Sud. Les neiges que la chaleur décroissante des étés ne parvenait pas à fondre s'accumulaient sur les montagnes. Ainsi montaient et montaient toujours « les neiges éternelles ». Les glaciers descendaient de plus en plus dans les vallées, leur puissance augmentait, enfin les courants glaciaires se rejoignirent, formant une nappe de glace continue (*landis*) qui de la crête des montagnes de Kölen rayonnait en tous sens.

Cette *landis* avait une étendue et une hauteur que nous pouvons difficilement nous représenter. A l'Est, elle couvrait la Russie européenne et ne s'arrêtait qu'aux toundras de Sibérie où, à vrai dire, le climat était aussi rude mais les neiges peu abondantes, et, par conséquent, l'été pouvait fondre ce que l'hiver avait apporté. Au Sud, elle était arrêtée par les étés chauds de l'Europe méridionale et au Sud-Ouest par un courant glaciaire d'une direction opposée, venant des Highlands de l'Écosse. L'étendue de ces nappes est marquée sur le croquis, qui indique également quelques-unes des régions glaciaires plus petites de l'Europe durant cette époque (fig. 1).

Afin de pouvoir juger la nappe glaciaire comme instrument géologique, nous allons étudier un glacier actuel. Il y en a sur les monta-

gnes de Suède, de Norvège, de Suisse, mais surtout dans les contrées polaires, par exemple au Groenland qui presque tout entier est recouvert d'un manteau de glace.

Les glaciers sont formés dans les hautes altitudes, de neiges qui graduellement se congèlent. Au fur et à mesure que la hauteur de la masse augmente, elle descend par l'action de la gravitation sur le flanc de la montagne, suit les contours du sol, souvent contrainte à changer de direction, déviant de côté et d'autre, tantôt franchissant un pic,

Fig. 1.

tantôt se précipitant dans un abîme. Elle se resserre dans les gorges étroites, s'étend lorsque la vallée s'élargit. Dans l'ensemble sa masse est plastique, bien que dans les courbes brusques il se produise des fentes qui se ferment ensuite.

Lorsque la nappe de glace se répand sur le sol, elle entraîne avec

elle de la terre et des pierres isolées qui, prises dans la glace, l'accompagnent dans son parcours. La roche est rabotée et striée par cette lourde masse mêlée de pierres qui, elles-mêmes, sont broyées ou usées.

Ainsi qu'un fleuve puissant, mais avec des forces beaucoup supérieures, le courant de glace érode son lit, le balaie, le rabote, le raie, et les masses qu'il a entraînées reposent soit à la surface, soit dans les couches du fond.

En été, sous l'action du soleil et de la pluie, l'eau coule et, par des fentes, pénètre jusqu'au fond de la couche de glace, où elle forme des canaux en forme de tunnels. Plus le glacier descend sur le versant de la montagne, plus il trouve un climat chaud et plus la fonte est abondante. Enfin l'égalité s'établit entre l'affluence et la fonte, le bord du glacier recule en été pour avancer de nouveau en hiver. Au-dessous de sa limite, la glace dépose en une masse irrégulière et hétérogène les matières meubles, pierre, gravier, sable et argile, que nous nommons *moraines*. Le torrent glaciaire se précipite de « la porte du glacier », entraînant avec fracas des pierres roulées, du sable et des particules d'argile que la glace rend à la liberté et qui sont façonnés, arrondis et triés par l'eau de fusion. Les fragments les plus gros se déposent bientôt, les plus fins descendent plus bas, l'argile va jusqu'à la mer ou jusqu'à quelque grand amas d'eau. C'est ainsi que sont formés le gravier glaciaire, le sable et l'argile glaciaires.

S'il se produit un adoucissement dans le climat, la masse glaciaire recule, abandonnant les matières meubles qu'elle entraînait ou qui étaient gelées au fond et les matières qui étaient englobées dans l'intérieur de sa masse. Les premières forment une *moraine profonde*, les autres une *moraine supérieure*. Si le glacier est resté relativement sans mouvement pendant un temps donné, les matières meubles s'amassent le long du bord de la glace en un long monticule appelé *moraine frontale*.

Lorsque le glacier s'étend jusqu'à la mer, il est miné, exposé à l'action de la force soulevante de l'eau, jusqu'à ce qu'à la fin il se brise; alors, avec un bruit retentissant, une partie de la glace, un « iceberg » (mont de glace) se détache; il flotte quelque temps à la dérive et finalement il fond; alors les matériaux morainiques pris dans la glace sont mis peu à peu en liberté et tombent au fond de la mer où graduellement ils sont recouverts de sédiments.

Après cette étude préparatoire, retournons à la grande nappe de glace et cherchons à nous rendre compte de l'action qu'elle exerça sur les régions enfouies sous sa froide couverture.

Nous avons déjà dit que pendant la période tertiaire le climat, dans le Nord, fut chaud et humide, d'où il résulta naturellement que l'œuvre de décomposition agit non seulement sur les couches sédimentaires, mais sur la roche archéenne elle-même. En vertu des connaissances acquises sur les contrées qui n'ont pas été recouvertes par la glace, on suppose que ce revêtement de décomposition atteignait quelques dizaines de mètres de hauteur.

Lorsque nous voyons comment un petit glacier peut s'ouvrir un chemin, il nous est facile de comprendre comment une masse mobile de glace, ayant plusieurs centaines de mètres de hauteur, a dû transformer la configuration de la presqu'île scandinave. La glace balaya d'abord les couches meubles et détruisit les lits sableux délicatement stratifiés des fleuves; elle pénétra ensuite le gravier de décomposition, y creusa de profondes rigoles, transforma les rochers rugueux en pierres doucement arrondies qui étaient striées par les pierres tranchantes que charriait la glace. Tout ce que les millions d'années précédentes avaient fait pour le profit du monde animal et végétal fut totalement anéanti, et le jardin de plaisance fut changé en un désert de glace, où seul le craquement de fentes dans la glace troublait le silence de la nature. Le même sort atteignit les contrées voisines où descendaient les glaces de nos contrées (fig. 1).

Période interglaciaire.

Mais le climat devint plus chaud, et une période nouvelle commença. La fonte augmenta, le bord des glaciers recula. Les masses, prises dans la glace, furent remises en liberté, et les régions qui avaient été ensevelies sous la glace furent couvertes de moraines. Des torrents impétueux s'échappant des portes du glacier creusèrent dans les moraines de profondes vallées d'érosion et furent l'origine de nouvelles formations fluviatiles. Parmi celles-ci on doit mentionner spécialement les oses à pierres roulées qui, d'après ce qu'on croit, ont été déposées dans les canaux formant tunnels sous la glace.

Le Nord de l'Allemagne est formé en majeure partie de ces dépôts glaciaires, et, sans l'invasion des glaces, cette contrée ne serait aujourd'hui que le fond d'un golfe de l'océan Atlantique.

Lorsque la nappe de glace eut reculé jusqu'aux parties centrales de la presqu'île scandinave, elle se divisa, ne formant plus que des glaciers isolés dont l'épaisseur diminua peu à peu et qui disparurent finalement. La souveraineté de la glace était terminée. Alors commença une

période *interglaciaire* avec un climat plus chaud que le climat actuel; les végétaux et les animaux des pays méridionaux revinrent en masse, et les restes de Mammouths que l'on a trouvés indiquent que l'Éléphant à longs poils avait étendu ses incursions jusqu'aux Alpes de la Norvège. On n'a pas d'absolue certitude sur l'altitude du pays, mais on a toute raison de croire qu'elle était supérieure à ce qu'elle est de nos jours.

Comment se présentait notre pays après la fonte des glaces? Toute la surface devait être recouverte de moraines, comme le sont actuellement les plateaux de la province de Småland, avec quelques oses de pierres roulées et autres dépôts provenant des fleuves glaciaires. Comme la nappe de glace avait creusé dans le gravier de décomposition, qui avait naturellement des profondeurs variées, la roche mise à nu montrait une surface en général irrégulière et raboteuse, et puis se voyaient les gradins puissants produits par des perturbations tectoniques le long des failles. La masse des moraines déchargée par la suite ne suffisant pas à remplir entièrement toutes les excavations, une quantité innombrable de lacs, petits et grands, demeurèrent et animèrent un paysage du reste triste et uniforme. Durant la période interglaciaire, les moraines furent soumises à l'action des cours d'eau, et, une fois encore, des couches fluviatiles de sable se déposèrent.

Seconde période glaciaire. Mer a Yoldia.

Mais le climat se refroidit de nouveau, les glaciers descendirent de plus en plus bas dans les vallées, et une nouvelle calotte de glace se forma. La *seconde glaciation* fut moins étendue que la *grande glaciation* qui avait précédé. Vers la fin de la période, les courants glaciaires suivirent les dépressions du terrain; ainsi, les terres les plus basses de la Scanie méridionale furent inondées par un courant glaciaire baltique, inclinant de l'Est au Nord-Ouest vers Öresund.

Pendant la deuxième période glaciaire, le niveau de la presqu'île scandinave s'affaissa, ce qui, au dire de nombreux géologues, eut pour cause le poids énorme de la glace. Cet *affaissement à la fin de la période glaciaire* a apporté d'importantes modifications dans les couches meubles des régions inondées et il a, par conséquent, la plus haute importance dans l'étude de l'hydrologie. Son étendue est indiquée sur la figure 2, qui montre que l'affaissement n'a pas été aussi grand sur toute la presqu'île, mais s'est produit principalement sur les hautes régions septentrionales.

Le niveau que la mer a atteint s'appelle la limite marine, et encore

aujourd'hui il peut être facilement observé dans plusieurs endroits où l'on distingue les mêmes bancs lavés de gravier que si souvent sur le littoral nous trouvons exposés à l'action des vagues de la mer.

Ce qui caractérise tout spécialement cette période, c'est le large

Fig. 2. — Période a Yoldia.

Légende.
- ——— Rivage de la mer à Yoldia.
- – – – – Ligne de partage des eaux.
- -------- Bord de la glace
- ..... Rivages actuels.

détroit coupant la Suède centrale — Närikesundet — et par lequel la mer du Nord communiquait avec la Baltique; les Belts et l'Öresund étaient alors au-dessus du niveau de la mer. Les bassins du Vänern, du Vättern, du Hjälmaren et du Mälaren formaient des eaux profondes

dans ce détroit, par lequel l'eau saumâtre affluait dans la Baltique. Il y a dans les dépôts argileux de cette période une grande quantité de mollusques qu'on trouve à présent au Groenland et au Spitzberg; un d'eux, *Yoldia arctica*, a été observé dans la vallée du Mälaren, et on en conclut que la Baltique devait avoir été une mer arctique intérieure, ne fût-elle que peu salée. Plusieurs géologues ont appelé cette phase de notre histoire : *la période à Yoldia*.

Exhaussement post-glaciaire. Période a Ancylus.

Après la fonte de la seconde glaciation, le pays présentait approximativement la même apparence qu'après la grande glaciation. La

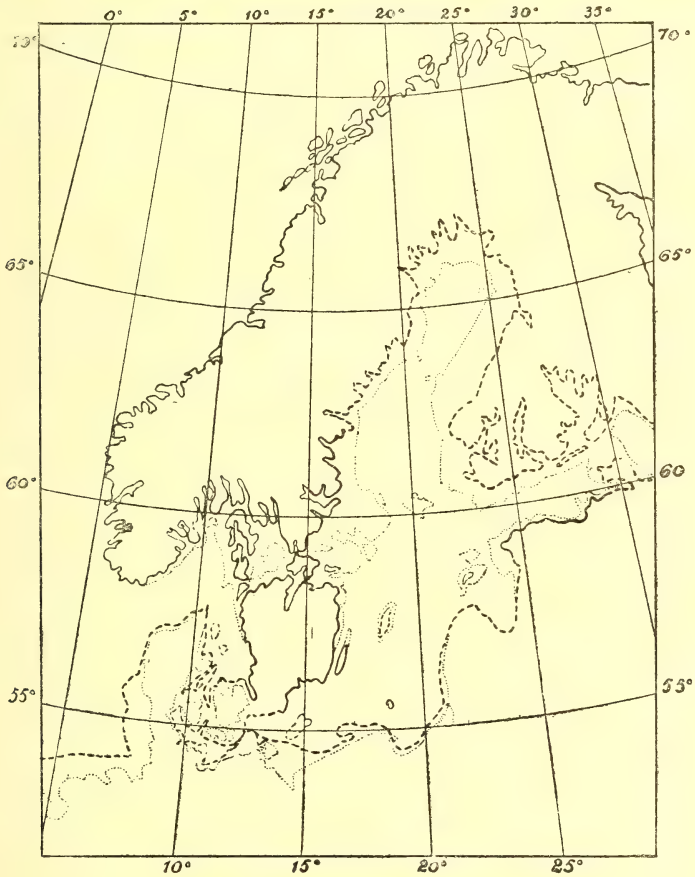


Fig. 3. — Période a Ancylus

Légende
- ——— Rivage de la période à Ancylus.
- – – – – Rivage probable de la période à Ancylus.
- ..... Rivage actuel.

roche archéenne était couverte de moraines coupées de nombreuses dépressions remplies de lacs. Partout où la mer atteignit les côtes se produisaient de nouvelles formations marines. Les matériaux des moraines étaient lavés et triés; le plus fin limon était emporté au large et ne tombait qu'à une grande profondeur : c'est l'argile; les grains plus gros formés de sable se déposaient plus près des côtes. Cependant la majeure partie de l'argile et du sable était déposée par

Fig. 4. — Période a Littorina.

Légende. { ——— Rivage de la période à Littorina.
– – – – Rivage présumé.
..... Rivage actuel.

les torrents glaciaires provenant de la fonte de la glace, et les oses à pierres roulées formés simultanément par ces torrents étaient particulièrement nombreux et puissants.

Aussitôt après le recul de la glace, les parties affaissées commencèrent à se relever, le *rehaussement de la fin de la période glaciaire* se produisit. Le *Närikesundet* devint une plaine, et la Baltique fut séparée de la mer, sa teneur en sel disparut complètement, et elle fut peuplée par la faune qui caractérise nos lacs. Un petit mollusque d'eau douce, de forme conique (*Ancylus fluviatilis*), est abondant dans les sédiments de cette période qui a été appelée *période à Ancylus*. La figure 3 indique la configuration de la Suède à cette époque.

Affaissement post-glaciaire. Période a Littorina.

Cependant le continent scandinave n'avait pas encore trouvé son équilibre. Un nouvel affaissement — l'*affaissement post-glaciaire* — se produisit. Par le Öresund et les Belts, où l'eau s'écoulant du lac de l'Ancylus avait creusé de profonds canaux dans la roche calcaire, la mer pénétra jusqu'à la Baltique. Comme la terre était plus basse que de nos jours, les détroits étaient plus profonds, et l'affluence de l'eau salée plus grande. La Baltique redevint un golfe marin; la faune d'eau douce disparut et fit place à plusieurs espèces qui vivent dans le Kattegat. D'après un coquillage de la Baltique que nous trouvons maintenant partout sur nos côtes, cette période a été nommée *période à Littorina*. La configuration qu'avait alors le pays est indiquée sur la figure 4.

Dernier relèvement récent.

Enfin cet affaissement lui aussi atteint un terme, et peu à peu la terre recommença à s'exhausser. Le *rehaussement post-glaciaire* continue encore à l'époque actuelle, mais il a été insignifiant au cours de ces derniers siècles.

Pendant les changements post-glaciaires du niveau, les empiétements de la mer sur les côtes continuèrent, et de nouveaux sédiments se déposèrent. La suite des couches varia comme pendant les dernières périodes glaciaires antérieures. Au commencement de l'affaissement, le sable se déposa d'abord, puis l'argile, puis de nouveau le sable.

Les régions qui ont été exposées à ces deux changements successifs de niveaux peuvent donc présenter une riche variation de dépôts marins. Tout au fond on trouve l'*argile des mers glaciales*, formée pendant la période à Yoldia, et qui est sableuse dans ses parties les plus rapprochées de la limite de la glace. Viennent ensuite, pendant les périodes post-glaciaires, les sables, l'argile et de nouveau le sable. Ce

n'est qu'à l'aide des fossiles qu'on peut différencier ces stratifications, qui, du reste, ne se trouvent que rarement toutes formées au même endroit.

Nous avons ainsi indiqué les phases les plus notables de l'histoire de la création géologique de la Suède. Nous y ajouterons maintenant un aperçu des couches meubles et solides les plus communes dans les différentes parties du pays, ainsi qu'une notion sur leur importance hydrologique.

Répartition des roches et des couches en Suède.

La roche de la Suède est constituée principalement par du granit et du gneiss, tous deux appartenant aux formations archéennes.

Des puissantes couches algonkiennes, cambriennes et siluriennes — sable, calcaire, schiste argileux — il ne reste que quelques lambeaux isolés, qui, par différentes causes, ont résisté à l'action des forces désagrégeantes. Ainsi, par exemple, Halleberg, Hunneberg, Kinnekulle, Billingen, etc., sont recouverts de masses éruptives plus jeunes et plus dures qui ont pénétré les couches sédimentaires et, comme une couverture protectrice, se sont étendues sur leur surface. Les roches de *Dalslandsgruppen* ont été conservées par des failles et des affaissements qui leur ont donné une position plus abritée, et les couches siluriennes visibles au pied de Åreskutan sont protégées par le lambeau de montagne formé de schistes de gneiss, c'est-à-dire de roche archéenne qui, au plissement de la chaîne de montagnes, s'est soulevé au-dessus des couches sous lesquelles il était originairement. Les îles de Gottland et de Öland sont entièrement formées de couches siluriennes semblables.

Dans la Scanie méridionale, on trouve un plateau calcaire formé pendant la période crétacique, recouvert d'un double lit de moraines; le plateau est coupé par des failles et très probablement aussi par une vallée fluviale de l'époque tertiaire (p. 229).

Pour ce qui concerne les couches meubles, on doit distinguer les régions qui sont au-dessus et celles qui sont au-dessous de la limite marine. Dans les premières on observe presque uniquement des moraines, et les dépôts fluviatiles sont limités aux oses à pierres roulées et aux sédiments des lacs *endigués par la glace* ou anciennes étendues d'eau dont l'écoulement a été arrêté par des restes de la nappe de glace.

Sous la limite marine, au contraire, nous trouvons d'abord les lits

marins de sable et d'argile de la fin de la période glaciaire antérieure et plus bas ceux de la période post-glaciaire. Les oses à pierres roulées sont bien formés, souvent encastrés entièrement ou bordés des deux côtés par de l'argile. Les moraines terminales de la deuxième glaciation elles-mêmes, déposées dans la mer, sont souvent encaissées dans l'argile.

A bien des points de vue la Scanie méridionale présente des différences remarquables avec le reste de la Suède. Sa roche calcaire est couverte d'une *moraine inférieure* de la grande glaciation, puis du *sable interglaciaire*, finalement de la *moraine supérieure* de la période glaciaire baltique. Dans les dépressions dues aux failles et dans les vallées d'érosion de la roche calcaire, nous trouvons des couches *tertiaires* ou *pré-glaciaires*, qui ont été protégées contre l'action de la première nappe de glace et, à cause de cela, non détruites mais franchies. La moraine inférieure est de la même nature que les autres restes de l'époque de la grande glaciation, elle est donc principalement formée de fragments de roche archéenne; par contre, la moraine supérieure est riche en blocs de roche calcaire de la région baltique méridionale. C'est la matière calcaire des moraines qui rend la Scanie méridionale si fertile. Si le courant baltique glaciaire n'avait inondé cette extrémité du pays, nous y verrions le même sol qu'au Nord du mont de Romele, et la région littorale n'existerait pas, elle serait encore recouverte par les eaux de la mer.

Nous pouvons encore ajouter qu'une grande partie de l'Allemagne du Nord est formée de moraines (p. 232). Là aussi on trouve une moraine supérieure baltique et une moraine inférieure scandinave, ainsi que quelques couches de sable « diluvial » qui de la substance des moraines a été entraîné par les fleuves glaciaires. Les territoires du Danemark et de la Russie ont eux aussi été agrandis par les dépôts de la nappe de glace scandinave; les périodes glaciaires ont donc été d'une importance capitale pour le développement géographique de toute l'Europe septentrionale.

Valeur des diverses formations au point de vue hydrologique.

Les roches archéennes ont peu de valeur au point de vue de l'hydrologie. L'eau ne peut pénétrer leur masse, et ce n'est que dans leurs fentes que passent de minces filets d'eau de source. Pour pourvoir à des besoins considérables, comme le service des eaux d'une commune, la roche archéenne n'est d'aucune ressource. Par contre, l'expérience

a démontré que le forage dans la roche peut fournir de petites quantités d'eau. D'un intérêt tout particulier sont les puits enfoncés sur les îlots déserts où la présence de l'eau ne peut s'expliquer que par des courants qui, sous le fond de la mer, viennent de la terre ferme. Ce fut A. Nordenskiöld qui, le premier, démontra la valeur hydrologique de la roche de granit qu'il cherchait à expliquer de la manière suivante : au-dessus de la limite géothermique, c'est-à-dire aussi bas que l'action de la température se fait sentir, — environ 30 mètres, — la roche est criblée de petites crevasses verticales et exposée à des perturbations qui peuvent amener aussi des fentes horizontales. C'est donc à 30 mètres de profondeur qu'on doit rencontrer l'écoulement principal des filets aquifères qui filtrent d'en haut. La théorie de Nordenskiöld n'a pas rallié beaucoup de partisans, et jusqu'à présent l'expérience n'a pas démontré que la profondeur de 30 mètres eût une importance spéciale. En tout cas, le forage dans la roche implique toujours une possibilité de sauver une petite agglomération du manque d'eau, et l'initiative de Nordenskiöld a été une bénédiction particulièrement pour la population de l'archipel.

Bien que les roches sédimentaires ne soient pas aussi denses que la roche archéenne, cependant l'eau les pénètre difficilement. Par contre, les fentes sont assez fréquentes, surtout dans la roche calcaire où d'importants courants souterrains peuvent se former. En outre, le calcaire est souvent exposé à la décomposition causée par l'eau souterraine qui le parcourt et qui, en filtrant à travers les couches supérieures du sol, s'est imprégnée d'acide carbonique. L'eau carbonatée décompose le calcaire, et en conséquence elle devient « dure ». Peu à peu les fentes s'agrandissent, forment des tunnels et des grottes dont fréquemment le toit s'effondre, formant ce qu'on appelle des « mardelles » ou entonnoirs, nommés à Gottland *slukhål* (gouffres). Ces sortes de galeries souterraines se retrouvent également dans les formations crétacées de la Scanie. Dans d'autres contrées, elle sont encore plus communes : en Dalmatie et d'autres provinces autrichiennes, le sol est tellement miné que de grandes régions sont inhabitables. Il est arrivé que des fleuves de dimensions assez considérables ont disparu dans des galeries souterraines pour reparaître plus bas. Les courants souterrains des roches calcaires sont donc souvent très abondants, mais leur valeur est diminuée par leur importante teneur en chaux et par la présence d'eau imparfaitement filtrée (p. 252). Copenhague possède un service d'eau provenant de puits enfoncés dans la roche calcaire. Malmö a également un grand nombre de puits (p. 314),

et les explorations à Ystad et à Visby ont donné de bons résultats.

Le grès des environs de Kalmar est aquifère, et des sources au pied de Billingen alimentent le service d'eau de la ville de Sköfde.

Parmi les couches meubles, l'argile est imperméable et le gravier de moraine généralement fort peu perméable. Les moraines profondes sont particulièrement denses et compactes, tandis que les moraines supérieures renferment des parties plus poreuses. Les veines d'eau isolées sont assez communes, mais les véritables courants souterrains ne se trouvent que dans les moraines, qui ont été déposées dans la mer pendant l'affaissement glaciaire antérieur.

Les lits de sable fluviatile stratifié se trouvent surtout dans les dépôts pré-glaciaires, interglaciaires et glaciaires antérieurs. Au point de vue hydrologique, ces formations sont indiscutablement les plus importantes, et ainsi que nous le montrerons plus loin, c'est plus particulièrement des oses à pierres roulées dont on a profité pour les besoins du service des eaux dans les villes suédoises.

Dans l'ensemble, les conditions hydrologiques de la Suède sont assez défavorables. La surface est presque toujours formée de roche archéenne, de moraines ou d'argiles. Les lits de sable fluviatile sont relativement rares. Il est juste de reconnaître que les oses à pierres roulées sont assez communes, mais elles sont souvent coupées par des cours d'eau de surface et manquent ainsi de la continuité qui est une condition *sine qua non* pour la formation de courants souterrains de quelque importance. Les couches calcaires siluriennes ont disparu pour la plupart, et les couches calcaires aquifères des formations crétacées sont limitées à la Scanie méridionale.

Nous ne possédons pas ici de ces courants souterrains qui fournissent l'eau à des villes de 1,000,000 d'habitants. Et si malgré cela le service des eaux est fourni d'eau souterraine dans un grand nombre de villes suédoises, c'est que le chiffre de leur population est minime. Les exemples rapportés dans le chapitre III montreront les difficultés qu'un hydrologue suédois doit tenter de vaincre et qui l'ont forcé à recourir à l'*augmentation artificielle* de la capacité des courants souterrains.

CHAPITRE II.

HYDROLOGIE.

Nous rendrons compte, dans ce chapitre, du développement historique de l'hydrologie, de la formation des eaux souterraines, des variétés différentes de courants souterrains, des méthodes d'exploration hydrologique, de la disposition générale des puits et des conduites collectrices ainsi que de la formation des eaux souterraines artificielles. Les dispositions purement techniques ne semblent pas rentrer dans le cadre de cette étude.

Historique.

De tout temps l'eau limpide et fraîche des sources a été préférée à l'eau fade des lacs ou des rivières. Il y a quelques dizaines d'années encore, on ne savait à proprement parler ce que c'était que les sources; on supposait qu'elles se rapportaient à la présence de quelque mystérieuse « veine » souterraine qui, par un pur caprice, se produisait au jour, et celui qui, en creusant un puits, était arrivé à avoir de l'eau avait, par un hasard singulier, rencontré une de ces « veines ».

Aussi longtemps qu'il s'est agi de se procurer la minime quantité d'eau nécessaire aux modestes exigences hygiéniques des siècles passés, il n'était généralement pas difficile de trouver de ces « veines » souterraines d'un rendement suffisant. Chaque propriétaire, même dans les assez grandes villes, avait dans sa cour un puits qui était dans l'immédiat voisinage de la non moins nécessaire fosse d'aisances. Entre les deux, il existait ce rapport intime que Liebig a caractérisé par ce mot célèbre : « L'urine des puits dans les villes était souvent étendue d'eau souterraine. » A la fin, cet état de choses devint intolérable, et l'opinion plus éclairée des populations exigea que l'on fournît aux villes une eau potable et non infectée. On chercha tout d'abord à utiliser les sources dont l'eau pouvait être amenée dans les villes par la gravitation et distribuée dans des fontaines publiques. La ville de

Gothembourg possède depuis plus de cent ans une conduite de cette sorte, partiellement reconstruite, et grâce à laquelle l'eau excellente de la source de Kallebäck est distribuée par un système particulier de tuyaux et de fontaines. Lorsque les sources naturelles faisaient défaut, on se mettait à la recherche des « veines » souterraines.

En ce qui concerne la qualité, ces anciennes conduites ne laissaient rien à désirer. Mais lorsque plus tard on désira avoir l'eau dans les maisons et dans les fabriques, les sources ne furent plus suffisantes, et beaucoup de puits creusés au hasard donnèrent des résultats si déplorables qu'on ne voulut plus entendre parler de l'emploi des eaux souterraines pour les grandes villes.

Il se produisit alors une réaction en faveur de l'eau, jusqu'alors méprisée, des lacs et des rivières, dont la supériorité quantitative couvrait ce que leur qualité pouvait laisser à désirer. On construisit de vastes et coûteux établissements destinés à élever et à purifier cette eau. On se contenta d'abord de la purifier par la sédimentation, mais on s'aperçut bientôt que ce procédé devait être complété par le filtrage à travers le sable. Comme les bassins de filtrage artificiel sont coûteux à construire et à entretenir, on employa, dans la mesure du possible, ce qui est appelé le *filtrage naturel*, basé sur le principe suivant.

On établit, le long de la berge d'un fleuve dont le lit consiste en sable, une galerie collectrice à fond ouvert (voir fig. 5).

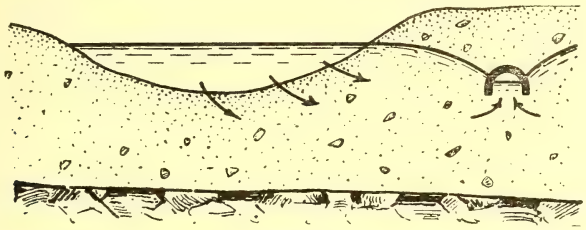


Fig. 5.

L'épuisement dans cette galerie fait baisser le niveau d'eau au-dessous du niveau du fleuve, cette différence de niveau occasionne une affluence de l'eau du fleuve dans la couche de sable qui sert comme filtre naturel, et, d'après les calculs, les vases déposées sur la surface de la couche de sable doivent être emportées par le courant. Dans les premières installations, on ne tenait pas compte de l'eau qui pouvait affluer du côté de la terre.

Un grand nombre d'établissements de ce genre ont été créés, mais la plupart n'ont pas répondu à l'attente qu'on avait conçue. Dans quel-

ques cas les pores du filtre naturel ont été obstrués par les vases que le fleuve ne pouvait emporter, dans d'autres cas le filtrage a été insuffisant.

Pourtant quelques-uns de ces établissements, bien qu'ils laissent à désirer au point de vue quantitatif, ont donné, pour ce qui concerne la qualité, un résultat de la plus haute portée pour le développement de la technique du service des eaux. En général, la capacité de la conduite collectrice a diminué graduellement, tandis que la nature de l'eau s'est améliorée : sa température s'est égalisée, et ses propriétés chimiques ont été modifiées à un degré qu'il est impossible d'attribuer à son court trajet souterrain. Bien qu'au début on n'ait nullement compté sur une affluence d'eau du côté de la terre, il fut pourtant démontré plus clairement pour chaque établissement nouveau que c'était de là, en réalité, que la conduite recevait son eau lorsque le filtrage naturel avait soit cessé complètement, soit diminué par suite de l'envasement du lit du fleuve. Quelques ingénieurs de grand renom, *Dupuy*, *Belgrand*, *Salbach*, *Thiem*, etc., se mirent alors à étudier d'une manière plus spéciale la nature propre des veines d'eau souterraine; le résultat de leurs recherches fut une science nouvelle, l'*hydrologie* ou la connaissance de la formation, des mouvements et de la nature des eaux souterraines. On sait actuellement que sous la surface de la terre coulent de véritables courants souterrains, dont le cours peut être suivi, la direction et la pente déterminées, et dont le débit peut être évalué avec une précision qui exclut le risque de voir échouer toute entreprise basée sur ces calculs.

C'est ainsi que, au cours de ces dernières dizaines d'années, on a établi avec les meilleurs résultats des conduites d'eau approvisionnant des villes de centaines de mille habitants. Et pendant que l'hydrologie est devenue une science exacte, il a été possible de démontrer que de nombreuses épidémies étaient répandues par la présence de germes spécifiques dans l'eau potable. En général, tout danger d'infection de l'eau souterraine est éliminé, mais presque tous les cours d'eau de surface peuvent être considérés comme suspects. La technique extrêmement avancée du filtrage est parvenue, on doit le reconnaître, à réduire le danger à un minimum; cependant, c'est un fait connu que les bacilles du choléra et du typhus *peuvent* passer dans de minces filets de sable, d'où il suit que le filtrage ne parvient pas à donner la même absolue sécurité contre le danger des épidémies que donnent les eaux souterraines. Dans l'ozonisation on a trouvé un moyen puissant de neutraliser tout danger provenant de l'impureté de

l'eau, mais la méthode est très coûteuse. En admettant cependant que l'on parvienne à stériliser l'eau de rivière, elle conserve toujours l'inconvénient de sa haute température estivale en opposition à la fraîcheur vivifiante de l'eau de source. Ce n'est qu'après le filtrage, l'ozonisation et la réfrigération que l'eau de rivière peut soutenir la comparaison avec l'eau souterraine; mais, tout au moins pour le présent, un traitement aussi complet est inadmissible au point de vue financier.

Ces avantages économiques, hygiéniques et esthétiques de l'eau souterraine sont à présent si généralement reconnus que chaque ville qui se dispose à construire une conduite d'eau doit, avant toute chose, chercher à se servir de sources visibles et souterraines. Ce n'est que lorsqu'on s'est assuré, par des explorations hydrologiques approfondies, de l'impossibilité de se procurer de l'eau souterraine moyennant une dépense modérée, que l'on doit avoir recours à l'eau de surface.

Formation de l'eau souterraine.

La formation des eaux souterraines s'explique de plusieurs manières. Suivant la *théorie de l'infiltration,* une partie des eaux pluviales pénètre dans le sol. D'après *Nowak*, c'est principalement par le fond de la mer que l'eau pénètre jusqu'à l'intérieur de la terre. *Volger* prétend que l'eau souterraine est produite par la condensation de l'air souterrain, *Metzer* modifie cette théorie et suppose que c'est la condensation de la vapeur d'eau montant des profondeurs.

Laquelle de ces théories est la juste? Il est à croire qu'aucune d'elles n'est suffisante pour élucider tous les phénomènes, mais chacune peut s'adapter à un cas spécial. L'existence de l'infiltration est hors de doute, et il est également indiscutable que la « formation de rosée » souterraine dans les cavernes des montagnes est un apport important aux courants souterrains et que les vapeurs montant de l'intérieur de la terre jouent un rôle considérable dans la formation des sources d'eau chaude.

Pour nous, ingénieurs, la question de la formation de l'eau souterraine est d'une importance secondaire. Dans aucun cas nous ne devons évaluer la capacité d'une nappe souterraine d'après la grandeur de la région d'infiltration (p. 253) ou sur une hypothèse scientifique quelle qu'elle soit ; nous devons pouvoir fournir des preuves manifestes de la

présence d'une certaine quantité d'eau. Je me souviens du mot de feu mon ami et maître, A Thiem : « Je ne me préoccupe pas de savoir d'où vient et où va l'eau souterraine : *elle est ici!* »

Différentes sortes de courants souterrains.

En thèse générale, un courant souterrain obéit aux mêmes lois qu'un fleuve ordinaire. Son lit est formé de couches imperméables de terre ou de roche, ses mouvements sont déterminés par la gravitation. Chaque particule d'eau tend vers le bas dans la direction où elle rencontre le moins de résistance. L'eau coule tantôt dans un chenal étendu avec une direction marquée, tantôt se répand sur une vaste superficie. Dans un lit de sable homogène, elle remplit toutes les cavités et coule comme un fleuve entier; dans la roche ou dans le gravier des moraines, elle forme des veines isolées. Un courant souterrain peut être contraint à suivre un lit enfermé à une grande profondeur entre des couches imperméables, ou bien à monter jusqu'à la surface du sol sous forme de source. Dans la plupart des cas, le courant se déverse dans un cours d'eau de surface; quelquefois, au contraire, le courant souterrain est alimenté par un fleuve ou par un lac situé plus haut, et il arrive aussi qu'un courant souterrain peut couler sous un fleuve sans avoir avec lui aucune espèce de communication.

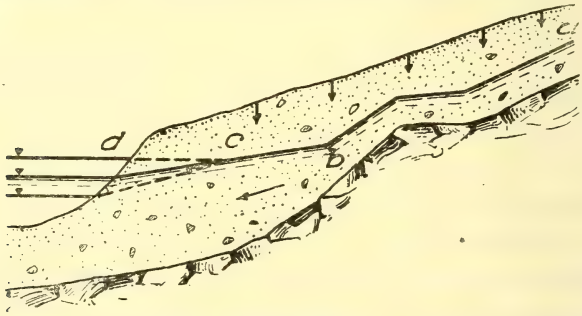


Fig. 6.

L'eau souterraine coule beaucoup plus lentement que l'eau libre : c'est une conséquence de la grande résistance de frottement dans les petits canaux irréguliers qui relient les cavités souterraines. La résistance doit être vaincue par une chute d'une certaine hauteur; à cause de cela, les nappes souterraines ont toujours une pente plus ou moins grande qui est déterminée par la vitesse du courant et la nature du terrain dans lequel elles coulent.

La figure 6 montre la coupe longitudinale schématique d'un courant souterrain. Dans la partie supérieure du courant, entre *a* et *b*, le courant suit l'inclinaison de la couche du fond imperméable, entre *b* et *d* la nappe est endiguée par le récipient dont les variations de niveau sont sensibles jusqu'au point *c*. Entre *c* et *d*, le niveau du courant souterrain est soumis à des variations continuelles. Si le fleuve monte au-dessus du niveau moyen, la pente et la vitesse du courant souterrain diminuent, sa surface est endiguée, et l'eau du fleuve afflue dans le sous-sol ; mais avant que le mouvement ait pu se transmettre en *c*, le fleuve a baissé. L'effet est contraire lorsque l'eau est basse.

Les figures 7 et 8 représentent un courant souterrain qui coule sous un fleuve et parallèlement à lui. Il existe entre ces deux courants un échange continuel : tantôt l'eau souterraine passe dans le fleuve, tantôt le fleuve s'infiltre par le fond.

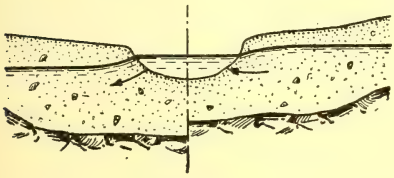


Fig. 7.

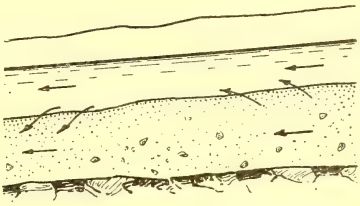


Fig. 8.

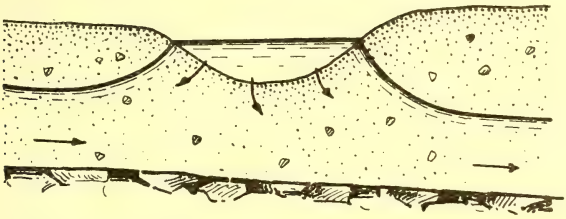


Fig. 9.

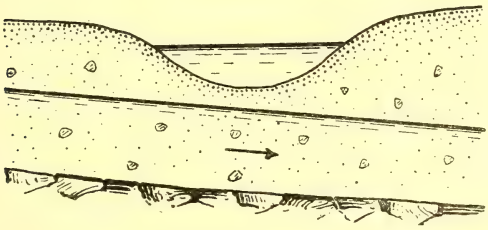


Fig. 10.

La figure 9 montre un courant souterrain constamment alimenté par un fleuve situé plus haut. Le cas est peu connu, car généralement les pores dans le lit du fleuve s'envasent, et l'infiltration cesse (fig. 10).

La figure 11 montre un courant qui, dans sa partie supérieure entre *a* et *b*, a une surface libre, mais entre *b* et *c* est enfermé sous une

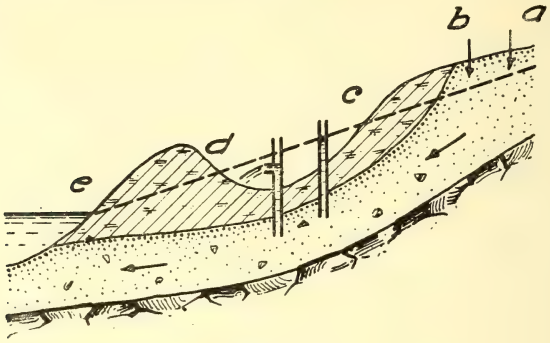


Fig. 11.

couche imperméable. Entre *c* et *d* l'eau peut monter à la surface du sol par des puits artésiens. Suivant un usage établi, nous appelons toute la partie du courant en aval de *b* un *courant artésien*.

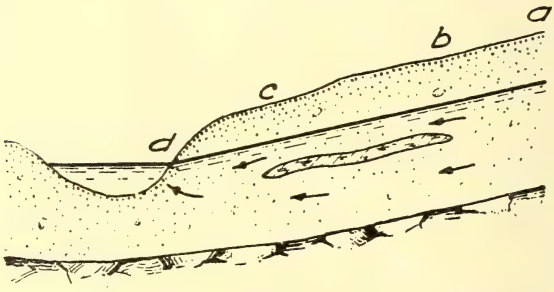


Fig. 12.

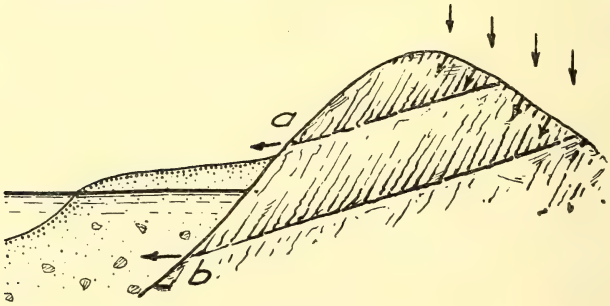


Fig. 13.

La figure 12 représente une nappe qui est homogène entre *a* et *b* ainsi que entre *c* et *d*, mais qui, entre *b* et *c*, est divisée en deux

« étages » séparés par un « plancher » d'argile ou de sable fin. L'étage supérieur a une surface libre, l'étage inférieur est artésien.

La figure 13 montre une source qui s'écoule en *a* par une fente dans la roche. Une veine, située plus bas, s'écoule en *b* dans un courant souterrain situé en aval.

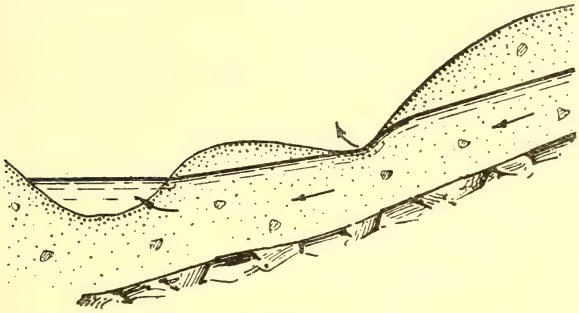


Fig. 14.

La figure 14 montre comment un courant souterrain ordinaire forme une source qui ne représente qu'un écoulement partiel ou déversoir.

Nature des eaux souterraines.

Si l'on compare un échantillon d'eau pris dans un puits sur le bord d'un fleuve avec un échantillon pris dans le fleuve lui-même, on trouve dans la plupart des cas qu'il existe une différence notable entre les eaux. L'eau du premier est limpide comme du cristal, agréable au goût, fraîche et possède une température constante; la seconde est troublée par de fines particules vaseuses, elle a souvent une teinte grisâtre ou brunâtre et un goût fade, elle est chaude en été et froide en hiver. La première contient fréquemment nombre d'adjonctions chimiques, elle a le goût de fer, est « dure », c'est-à-dire riche en chaux et en magnésie, ou bien, si le puits est très profond, elle a une odeur désagréable d'acide sulfhydrique; la seconde est plus dépourvue d'éléments chimiques, molle et ne contient pas de fer. A l'analyse bactériologique, la première est stérile, la seconde riche en bactéries. Aux points de vue physique, esthétique et hygiénique, l'eau souterraine est indiscutablement supérieure en tant qu'eau potable, mais pour la cuisson de certains aliments, la lessive et l'usage technique l'eau du fleuve est souvent préférable.

Ces différences sont expliquées par les traitements que l'eau a subis après que, sous forme de pluie, elle est tombée sur le sol. L'eau de surface a été constamment en contact avec l'air et avec la surface du sol. Pendant l'infiltration, l'eau souterraine prend l'acide carbonique dans les couches supérieures et reçoit ainsi la faculté de décomposer certaines combinaisons chimiques. Au fur et à mesure que l'eau pénètre plus profondément, l'accès de l'air diminue, l'oxygène s'épuise, les germes se déposent, les procédés réducteurs se manifestent, et les produits gazeux apparaissent. La température s'égalise et finit par devenir constante. La nature de l'eau devient dépendante de sa profondeur au-dessous du sol et de la nature du sous-sol.

Il ne faut donc pas juger d'après la même formule l'eau de surface et l'eau souterraine dans leurs qualités appropriées au service des eaux d'une ville. Les chlorures et l'azote n'ont pas la même action hygiénique lorsqu'on les rencontre dans l'eau souterraine stérile comme dans l'eau de surface chargée de bactéries.

Nous traiterons ce sujet d'une manière plus approfondie quand nous en serons aux applications (p. 306). Le chlore est un élément commun dans les couches de sable qui ont été déposées dans la mer. Dans la vallée souterraine du Göta Elf, l'eau est douce dans le courant central où, dans le cours des siècles, les dépôts de sel ont été emportés, mais dans un élargissement du courant, rempli de sable fin et serré, l'eau est salée et impotable (p. 311). Les mêmes observations ont été faites dans un courant artésien à Alingsås, situé à 60 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer, mais au-dessous du niveau de la mer glaciaire antérieure. Comme on le sait, non seulement le sel marin n'est pas nuisible, mais il est utile à l'organisme humain, et par conséquent, tant que son goût ne peut se sentir, sa présence ne diminue en rien la valeur de l'eau.

L'objet primordial de l'analyse *chimique* d'une nappe aquifère est de déterminer son degré de dureté et sa teneur en fer.

La chaux, on le sait, est facilement soluble dans l'eau carbonatée, mais elle se précipite facilement aussi lorsque l'acide carbonique disparaît. L'eau d'un courant souterrain qui traverse une roche calcaire ou des couches de sable riche en chaux est presque toujours dure; dans les courants souterrains de la Scanie, un degré de dureté de 20° (*) appartient non pas à l'exception, mais à la règle. Quand une eau sou-

(*) **1** partie de poids de chaux sur **100,000** parties d'eau.

terraine très dure forme une source, une grande partie de l'acide carbonique disparaît, et la chaux se dépose. La magnésie est soluble de la même manière, mais elle est plus difficile à précipiter.

La dureté de l'eau entraîne de nombreux inconvénients. Le savon ne se dissout pas aussi bien que dans l'eau molle, les légumes et le thé cuisent plus mal. Des précipitations se produisent dans les robinets, les chaudières sont revêtues d'incrustations, etc. Il existe de nombreuses méthodes plus ou moins coûteuses pour diminuer la dureté de l'eau. On peut mentionner, entre autres, celle qui a été appliquée par le Dr K. Sondén, ingénieur suédois. L'eau est étendue d'hydrate de chaux qui neutralise l'acide carbonique; le carbonate de calcium et le carbonate de magnésie se précipitent, et il est ensuite facile de les séparer. Afin que l'eau puisse garder sa fraîcheur, Sondén n'en purifie qu'une partie, la moitié par exemple, de sorte que l'autre partie d'acide carbonique est conservée.

Les couches de sable dans lesquelles coulent les eaux souterraines de l'Europe septentrionale sont formées d'une grande partie de fragments de la roche archéenne de Suède très riche en fer, en conséquence de quoi elles sont elles-mêmes riches en combinaisons ferrugineuses, solubles dans l'eau carbonatée. Lorsqu'elle paraît à fleur de terre, l'eau souterraine ferrugineuse est limpide et incolore, mais lorsque l'oxydation augmente, l'eau devient trouble, et une partie du fer se précipite sous forme d'ocre. L'eau ferrugineuse contient souvent des algues d'eau souterraine, *Chrenothrix polyspora* et quelques autres, qui se déposent en grandes masses et peuvent même obstruer entièrement les pompes et les conduites. Une eau de cette nature est inutilisable dans son état naturel; elle doit d'abord subir une épuration qui, en général, se fait : 1° par l'aérage pour précipiter le fer en ocre, et 2° par le filtrage qui sépare l'ocre. Les dispositions techniques du procédé doivent être réglées suivant la nature de l'eau. La présence capricieuse et les variations imprévues de la teneur en fer rendent le plan difficile à établir d'avance : dans la même nappe on trouve parfois des régions ferrugineuses et d'autres non ferrugineuses. Le fer est tantôt carbonaté et facile à précipiter, tantôt sulfaté, auquel cas les procédés d'épuration deviennent plus compliqués. Plus d'une fois un service d'eau souterraine, après avoir fonctionné pendant quelque temps, a dû être complété par un établissement d'épuration, dans d'autres cas la teneur de fer a baissé peu à peu, et l'eau a pu être employée sans qu'il fût nécessaire de la purifier (p. 314).

Dans ces derniers temps, on a également trouvé du *manganèse*

conjointement avec du fer; il comporte les mêmes inconvénients, mais il est plus difficile à écarter.

L'*acide sulfhydrique*, qui se rencontre souvent dans les nappes profondes artésiennes avec une faible teneur d'oxygène, s'élimine facilement par l'aérage.

Au point de vue hygiénique, l'examen le plus important est l'examen *biologique*. Comme nous l'avons déjà dit, le filtrage est si lent et si complet dans un terrain finement perméable que même les plus minimes particules vaseuses qui se trouvent dans l'eau sont séparées. Des analyses nombreuses ont démontré que l'eau souterraine ainsi formée est stérile dès qu'elle arrive à une profondeur de quelques mètres. Par contre, si elle se rapproche de la surface du sol ou qu'elle soit alimentée par des affluents passant dans un gros gravier ou une montagne fissurée, il peut arriver qu'elle soit très riche en bactéries. Parmi celles-ci il y a deux espèces pour lesquelles nous avons de bonnes raisons de nourrir un respect tout spécial : je veux parler des germes infectieux des épidémies de typhus et de choléra. Tous deux, se trouvant dans les sécrétions humaines et à la surface du sol, peuvent aisément se faire un chemin jusqu'à la nappe souterraine. Nombreuses sont les épidémies qui se sont répandues par l'eau de puits creusés dans la roche calcaire par les fentes de laquelle l'eau viciée a pu pénétrer. En France particulièrement, on a expié cruellement la tendance à employer sans discernement des « sources » fournies en grande partie par l'eau non filtrée des fleuves voisins. On doit toujours se méfier d'une eau souterraine qui contient des bactéries, surtout si, de plus, elle contient du chlore et de l'azote; de même que l'eau de surface, elle doit être purifiée, soit par le filtrage, soit par l'ozonisation.

Explorations hydrologiques.

Celui qui a accepté la responsabilité de chercher à fournir une ville d'eau souterraine doit se mettre à l'œuvre avec deux fermes résolutions : 1° de faire des explorations si complètes qu'on en puisse tirer des conclusions positives, tant sur la quantité de l'eau que sur sa nature; 2° d'appliquer la *loi des petits moyens*, c'est-à-dire d'observer la plus grande économie possible en temps et en argent. A l'aide des sondages il faut acquérir des connaissances précises sur la nature, l'épaisseur et l'étendue des couches aquifères, puis par des épuisements d'essai prolongés ou par toute autre méthode sûre, se former un juge-

ment sur le débit du courant, mais on ne doit entreprendre ces mesures coûteuses en temps comme en argent qu'après s'être assuré par des moyens très simples que l'essai peut être couronné de succès. Il faut, pour commencer, faire une exploration préliminaire sur une région étendue et choisir ensuite le district de l'exploration définitive.

Exploration préliminaire.

Nous commençons par inspecter les environs de la ville et par étudier le caractère géologique et topographique de la contrée. Les cartes géologiques nous renseignent sur la nature des roches et des couches meubles. La roche archéenne, les moraines et l'argile ne nous engagent pas à poursuivre nos explorations, mais les roches sédimentaires, les oses de pierres roulées et autres couches sableuses d'origine fluviale nous donnent bon espoir. A l'aide de cartes topographiques nous évaluons les différents rayons d'alimentation, et connaissant, d'autre part, les conditions météorologiques de la contrée, nous pouvons nous faire une idée approximative de la quantité minimale et moyenne des pluies annuelles. Par la nature même du sol, nous cherchons à juger de la possibilité d'infiltration et à faire une appréciation de la quantité souterraine que l'on pourrait obtenir, étant données certaines conditions. Cette appréciation est de haute portée, principalement en prévision d'insuccès. Si, par exemple, une vallée est bornée par la roche archéenne qui intercepte toute communication souterraine avec d'autres bassins, si de plus nous pouvons déterminer la grandeur de la surface où peut se produire l'infiltration et si, enfin, de ces connaissances nous concluons que la quantité d'eau que l'on peut se procurer par l'infiltration est inférieure aux besoins prévus, il est clair que l'exploration hydrologique donnera des résultats non satisfaisants. Si, au contraire, le terrain est formé de roches sédimentaires, il peut se faire que quelques veines des bassins voisins viennent se déverser dans le bassin en question, comme l'indique la figure 13. Mais il serait imprudent de tirer une conclusion ferme sur la quantité d'eau disponible si l'on ne possède d'autre donnée que la grandeur du district d'infiltration.

Il est à propos de faire remarquer ici que la quantité d'eau courante dans un ose de pierres roulées est sensiblement plus considérable que celle qui a pu pénétrer par infiltration sur l'ose lui-même, dont la crête étroite et les versants fort inclinés obligent l'eau de pluie à s'écouler rapidement et dont la surface est généralement dure et pier-

reuse. L'auteur a eu l'occasion de constater une fois que le noyau central d'un ose était tout entier rempli d'eau qui, au sondage, est montée *au-dessus de la crête*. Le courant souterrain était artésien! Par conséquent, il ne pouvait pas être alimenté par des infiltrations à travers son enveloppe impénétrable; l'eau provenait, sans aucun doute, des lits de moraine sous-jacents. Les oses recueillent l'eau souterraine principalement par le drainage des terrains environnants. L'afflux reçu par infiltration directe est ordinairement peu considérable.

Il va sans dire que lorsqu'on fait des explorations sur une grande plaine, le district d'infiltration du courant souterrain ne peut être ni mesuré ni évalué.

Les eaux de surface doivent être soigneusement étudiées : moins il coule d'eau sur la surface, plus on est en droit d'espérer qu'il y en a au-dessous. Plus le débit est égal pendant les différentes saisons de l'année et plus le fleuve conserve une température relativement constante, plus est grand le rôle de l'affluence souterraine. Si les observations sont faites en hiver, il faut attacher une attention toute spéciale à la glace sur l'eau de surface. L'auteur a étudié un petit ruisseau qui, dans le voisinage de Sala, coupait un ose à pierres roulées. Le ruisseau était gelé en amont de l'ose et libre immédiatement après. Le débit pouvait être apprécié à 100 litres par seconde, la température à + 3°. Si nous admettons que la température de l'eau souterraine est + 6°, et celle du ruisseau 0°, la moitié du débit, soit 50 litres par seconde était donc fournie par l'ose. Au Nord de Hudiksvall, un ose à pierres roulées avance dans la mer et en ce point l'eau n'est jamais prise, ce qui démontre clairement l'existence d'un écoulement d'eau souterraine. En été, un abaissement soudain de la température est un signe auquel on peut se fier.

La botanique est une science auxiliaire appréciable; car certaines plantes exigent une température constante et croissent de préférence au débouché des courants souterrains.

Les sables mouvants qu'on observe dans bien des fleuves sont formés par l'ameublissement du lit causé par l'infiltration de bas en haut des eaux souterraines et ils peuvent par cela même fournir un indice précieux à l'hydrologie.

Cependant la mesure la plus importante est d'observer les sources et les puits déjà existants, d'en dresser des cartes, de mesurer leur niveau, de les examiner pour s'assurer de leur débit, de la température et de la nature de leur eau. On doit s'adresser aux propriétaires

des puits pour se procurer tous les renseignements désirables sur les couches du sol, les changements de niveau, etc. Il est d'usage qu'un paysan ne donne jamais à son puits que la profondeur nécessaire pour remplir un seau, c'est-à-dire au plus $0^{m}50$ au-dessous de la surface de la nappe ; si l'on rencontre un puits ayant $1^{m}50$ d'eau, on en peut conclure que le niveau le plus bas qu'il y ait jamais eu était de 1 mètre inférieur au niveau actuel. Il est nécessaire aussi de vérifier si tous les puits appartiennent au même « étage » ou si quelques-uns d'entre eux traversent un « plancher » imperméable.

Explorations définitives.

Si grâce à ces études préliminaires météorologiques, géologiques et hydrologiques nous avons acquis la certitude que, dans une certaine région, on peut selon toute probabilité trouver la quantité d'eau nécessaire, nous passons aux explorations définitives dont l'objet principal est de déterminer la *quantité* et la *nature* de l'eau souterraine.

Étude de la direction et de la section d'un courant.

Pour atteindre ce but, il faut d'abord s'assurer de la *direction* du courant, puis, par des forages, déterminer sa largeur et sa profondeur, c'est-à-dire la *section transversale*, et enfin son débit. Pendant toute la période d'exploration, on doit continuer les observations sur les niveaux dans tous les puits et cours d'eau libre du voisinage, prendre des échantillons d'eau pour des analyses chimiques et des examens bactériologiques, et, si besoin en est, on doit faire des essais pour des établissements d'épuration.

La *direction* d'un courant souterrain se voit souvent clairement à la déclivité du terrain, lorsque par exemple son lit est formé d'un ose à pierres roulées. Dans tous les cas, la direction peut toujours être déterminée par des observations sur la pente de la nappe, que l'on acquiert en comparant les niveaux dans les différents puits. Pour cela il est nécessaire d'avoir au moins trois puits formant de préférence un triangle équilatéral (fig. 15).

Si l'on suppose, par exemple, que le niveau de l'eau est dans le puits A à la cote $8^{m}7$, dans le puits B $+ 7^{m}8$ et dans le puits C $+ 6^{m}5$, on peut par interpolation trouver, sur la ligne AB, le point où l'on pense que le niveau de l'eau est $+ 8$ mètres. On peut de même trouver sur A C deux points où le niveau de l'eau est respectivement $+ 8$ et

+ 7, et sur la ligne B C un point de 7 mètres de hauteur. Si l'on joint les deux points de 8 mètres, on obtient une ligne sur laquelle le niveau de l'eau est partout + 8 et de même une ligne sur laquelle la hauteur est partout + 7. Une particule d'eau qui se trouve en un point quelconque de la ligne de 8 mètres doit être contrainte, par la pesanteur, à se porter vers la ligne de 7 mètres et cherche à atteindre son but par le plus court chemin, c'est-à-dire à angle droit.

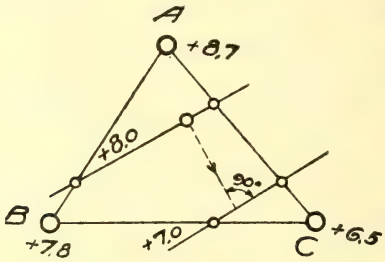


Fig. 15.

Lorsqu'on a ainsi trouvé la direction générale approximative du courant, on établit parallèlement et à angle droit avec cette direction des puits entre lesquels on trouve, également par interpolation, les points sur lesquels le niveau de l'eau est exprimé en nombres entiers; et en joignant ces points sur la carte, on obtient des *courbes horizontales* qui donnent clairement la direction du courant dans différentes parties du district d'exploration. La figure 16 montre une de ces *cartes hydrologiques* où le courant souterrain se déverse dans un cours d'eau de surface. Une section dans la longueur du courant se présente comme l'indique la figure 6 (p. 246).

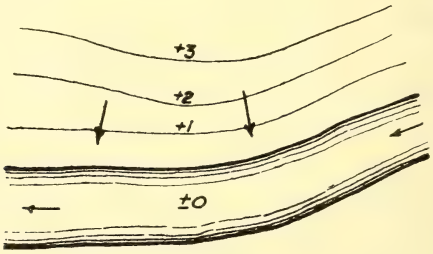


Fig. 16.

Sur la figure 17 le courant souterrain est parallèle au fleuve. Dans son cours supérieur, la surface de l'eau est plus élevée que celle du fleuve dans lequel afflue une partie de l'eau, ainsi que le montre la figure 7 ; dans son cours inférieur, c'est le contraire qui a lieu, et dans

la partie centrale les deux courants sont indépendants l'un de l'autre.

On trouve par des sondages la *nature* et la *profondeur* de la couche aquifère. Chaque puits doit, si possible, descendre jusqu'à la couche imperméable qui forme le fond du courant. Toutes les modifications dans la nature de la roche seront observées attentivement. La méthode de sondage la plus ordinaire dans notre pays est celle-ci : un tuyau est enfoncé avec un mouton pendant qu'un jet d'eau est pressé dans un tuyau intérieur dont l'extrémité est perforée et munie d'un ciseau. L'eau monte entre les deux tuyaux et s'écoule par une branche sur le

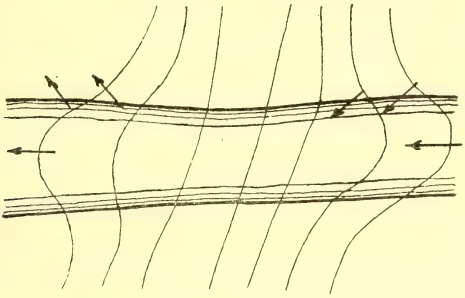


Fig. 17.

tuyau extérieur, emportant les particules de vase qui sont détachées par l'action combinée du jet d'eau et du ciseau. Cette méthode est simple et économique, mais elle ne donne jamais de résultats absolument précis. Lorsque les tuyaux pénètrent dans des couches de sable dont le grain est de grosseurs variées, le grain fin vient le premier, tandis que les grains les plus gros s'amassent au fond du puits jusqu'à ce que, par un mouvement plus puissant du jet d'eau et du ciseau, ils accompagnent l'eau. Il est facile alors de tomber dans l'erreur et de croire qu'on a rencontré une couche continue de gros gravier. Quand on pratique le forage dans le sable où se trouvent des couches très minces d'argile ou de sable très fin et très compact, c'est le contraire qui a lieu : l'échantillon montre une masse mêlée et non stratifiée. La méthode indiquée ne fournit donc qu'une connaissance approximative de la nature des couches, et quand plus tard on a creusé, on a souvent pu constater une différence marquée entre la véritable stratification et celle qui avait été indiquée dans les profils de sondage.

Il est de la plus haute importance d'observer toujours les changements possibles dans le niveau de l'eau au cours du forage. Comme nous l'avons déjà dit, il peut fort bien arriver que pendant ce forage on ne découvre pas la présence d'un « plancher » formé d'une mince couche

d'argile et que l'on ait peut-être en réalité affaire à plusieurs étages différents. Comme correctifs, on doit observer le niveau de l'eau chaque jour avant le commencement du travail. Si l'on remarque un matin que l'eau est plus basse ou plus haute que la veille, on en peut conclure que, selon toutes probabilités, le puits est entré dans un nouvel étage. Et on arrive à la même conclusion si brusquement la nature de l'eau et particulièrement sa teneur en fer a été modifiée.

Mesure du débit.

Après avoir ainsi déterminé la direction, la largeur et la profondeur d'un courant souterrain, nous passons à la question la plus intéressante et la plus difficile, nous devons déterminer son *débit*. Il ne faut pas oublier d'abord qu'aucun courant souterrain ne donne la même quantité d'eau pendant toutes les années et toutes les saisons, mais qu'il est soumis à des variations périodiques qui, bien que peu importantes en comparaison de celles des cours d'eau de surface, grâce à la lenteur de l'infiltration et de l'écoulement, peuvent néanmoins ménager des surprises désagréables à ceux qui comptent sur un débit constant. C'est généralement en automne que l'eau souterraine est au plus bas niveau, et elle peut être plus basse d'une année à l'autre. Plus la région d'infiltration est petite, plus les variations sont considérables. Par conséquent, si l'on n'a pas d'observations précédentes sur le niveau de l'eau, il est prudent d'admettre qu'à l'avenir le débit trouvé peut être réduit.

Les méthodes d'après lesquelles nous pouvons déterminer le débit sont les suivantes :

1° Mesurer la vitesse du courant;

2° Évaluer la vitesse du courant par les observations faites sur l'abaissement de l'eau à un épuisement d'essai;

3° Évaluer directement le débit par les observations faites sur l'abaissement de l'eau à un épuisement d'essai;

4° Évaluer le débit par les observations faites sur l'élévation du niveau pendant une infiltration artificielle.

Mesure de la vitesse.

Si la superficie d'une section prise à angle droit avec le courant est A mètres carrés, l'eau n'occupe pourtant pas toute cette superficie, elle coule seulement entre les grains de sable dans une quantité de

petits canaux ; la section véritable de l'eau $= k_1$ A, où k_1 est un coefficient qui représente le total des interstices sur 1 mètre carré de la section transversale du courant. Si, de plus, la vitesse moyenne dans les interstices est V_1, le débit par seconde résulte de l'équation

$$Q = k_1 A . V_1 \qquad (1)$$

On a tenté de déterminer k_1 de la manière suivante : on remplit un récipient de sable fin sur lequel on verse l'eau, et on calcule que le volume d'eau qui est contenu dans 1 mètre cube de sable indique la mesure k_1. La méthode ne présente aucune sécurité, car le sable ne peut jamais être aussi serré dans le vaisseau que dans le sol. Ordinairement k_1 varie de 0,15 à 0,25, mais il peut, dans certains cas, s'éloigner sensiblement de ces chiffres. Vu ce manque de certitude, on peut ici éliminer k_1, comme on le fait habituellement quand on donne la vitesse de l'écoulement dans un filtre artificiel, en indiquant la vitesse par V, calculée par *mètre carré de la surface totale.* On a ainsi l'équation

$$Q = A . V. \qquad (2)$$

V est par conséquent

$$= k_1 V_1,$$

soit

$$V_1 = \frac{V}{k_1}.$$

Si, par exemple, $V = 0^{mm}1$ par seconde, c'est-à-dire que chaque mètre carré de la section transversale du courant donne un débit de $0^{mc}0001$ et si l'on suppose que $k_1 = 0,2$ la vitesse réelle de l'eau souterraine $= 0^{mm}5$ par seconde, soit $43^{m}2$ par vingt-quatre heures.

Comme dans ce qui suit nous appliquons l'équation (2) qui est plus simple que l'équation (1), nous ne devons pas oublier que V représente seulement la *vitesse apparente* de l'eau souterraine. Lorsque nous voulons déterminer le temps qu'il faut à une certaine quantité d'eau pour parcourir une certaine distance, nous devons partir de la *vitesse réelle* V_1.

Il va sans dire que V ne peut pas être mesuré directement, mais on a tenté de mesurer V_1. Pour ce faire, A. Thiem a employé une solution de sel marin qui, par un puits foré, a été descendue jusqu'à la nappe souterraine. Lorsqu'on examine la teneur en chlore de l'eau dans un autre puits situé en aval du premier dans la direction du courant, on trouve qu'après quelque temps l'eau commence à devenir salée, puis la teneur en sel monte jusqu'à un certain maximum, ensuite de quoi

elle commence à baisser de nouveau jusqu'à ce que, à la fin, elle fasse entièrement défaut. Elle s'est propagée, d'une part, par la diffusion, de l'autre, par le mouvement de l'eau. L'action de la diffusion est éliminée, si l'on prend comme base de l'évaluation de la vitesse du courant le temps qui s'est écoulé entre le moment où la solution a été descendue dans le puits supérieur et le moment où la teneur en sel a atteint son maximum dans le puits inférieur. Si ce temps est T secondes et la distance entre les puits L mètres, nous avons

$$V_1 = \frac{L}{T}. \tag{3}$$

En mesurant V_1 par ce procédé entre un grand nombre de puits, on obtient une valeur moyenne, qui, de même qu'une valeur présumée pour k_1, est insérée dans l'équation (1).

Il est cependant difficile de se fier entièrement aux résultats. La nature de la roche peut varier à un tel degré qu'on ne peut jamais avoir la valeur exacte ni de V_1 ni de k_1. L'eau coule dans un grand nombre de canaux ou de veines qui n'ont ni la même direction ni le même diamètre; les particules d'eau sont obligées de passer tantôt en haut, tantôt en bas, parfois de côté, voire même de reculer. Dans certaines veines, la vitesse est bien souvent supérieure à ce qu'elle est dans telle autre veine. On risque donc toujours que la solution de sel prenne entre les puits la route la plus large et la plus rapide, c'est-à-dire que la valeur trouvée pour V_1 ne surpasse la valeur moyenne. Pour ces raisons, la méthode de Thiem, non plus que les autres méthodes employées pour la mesure directe de la rapidité des courants, n'a pas inspiré une grande confiance (*).

Évaluation de la vitesse.

Puisqu'il est impossible de mesurer avec une rigoureuse exactitude la vitesse d'un courant souterrain, nous allons essayer de l'évaluer par la théorie.

(*) Par contre, on peut avantageusement employer des substances solubles dans l'eau pour constater une communication directe entre un fleuve et un puits, ou entre deux différentes nappes d'eau souterraine. De cette manière, on a pu non seulement démontrer que certaines sources ne sont autre chose que des ruisseaux enfoncés dans des roches calcaires, mais encore que l'eau afflue avec une vitesse qui indique la présence de canaux souterrains très vastes.

La vitesse moyenne de l'eau dans un fleuve ordinaire est calculée par la formule

$$V = C\sqrt{RI},$$

où $R = \frac{A}{O}$ = le rapport entre la superficie de la section transversale A et son périmètre mouillé O, ou ce qu'on nomme la profondeur hydraulique moyenne.

I = la pente de la surface de l'eau;

C = un coefficient qui dépend de la nature du lit du fleuve et de R.

Pour une certaine section transversale, on peut poser

$$C\sqrt{R} = C_1$$

et, par conséquent,

$$V = C_1\sqrt{I},$$

c'est-à-dire que la vitesse est en proportion directe de la racine carrée de la valeur de la pente.

Si ce fleuve se remplit de sable, il arrive la même chose que pour le courant souterrain. La vitesse de l'eau diminue sensiblement. Le frottement contre les rives et le fond du fleuve est insignifiant en comparaison de la résistance que l'eau doit vaincre lorsqu'elle s'infiltre dans les petits canaux irréguliers entre les grains de sable. La résistance doit être vaincue par une certaine hauteur de pression; bien que la vitesse diminue, la pente de la surface s'augmente.

Darcy a trouvé par ses expériences que pour l'eau qui filtre verticalement dans un vaisseau rempli de sable (fig. 18) la vitesse est en proportion directe de la hauteur de pression H et est en proportion inverse de la profondeur du lit de sable D ;

$$V = k \cdot \frac{H}{D}.$$

k = un coefficient dont la valeur dépend de la nature du sable.

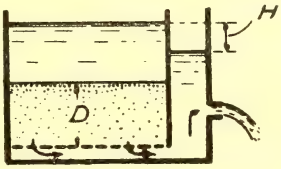


Fig. 18.

Cette loi s'applique naturellement aussi au mouvement de l'eau dans une direction horizontale. Donc, si au lieu de D nous prenons la lon-

gueur L, on obtient pour un courant rempli de sable (fig. 19) la formule

$$V = k \cdot \frac{H}{L},$$

soit

$$V = k \cdot I \qquad (4)$$

La vitesse de l'eau souterraine est, par conséquent, en proportion directe de I, tandis que la vitesse de l'eau de surface est en proportion directe de $\sqrt{I}$. Elle dépend de la nature du lit de sable, mais non de sa profondeur ou de ses autres dimensions.

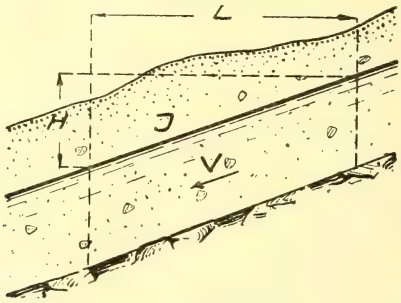


Fig. 19.

Si nous employons cette formule de V dans l'équation (2), nous obtenons

$$Q = k \cdot AI. \qquad (5)$$

Pour trouver la valeur de k, nous pratiquons un épuisement d'essai dans un puits ou dans une conduite collectrice. Le puits forme alors un nouveau récipient alimenté par une partie restreinte du courant, dans laquelle il se crée un nouvel état d'équilibre. La surface de l'eau baisse, la direction, la profondeur et la vitesse du courant sont modifiées. Nous trouvons les valeurs de la superficie de la section et de la pente qui correspondent au débit puisé (p. 265) et nous pouvons alors trouver la valeur du coefficient k. En admettant que cette valeur se rapporte au courant souterrain tout entier, le débit total Q est donné par l'équation (5).

Nous devons donc étudier l'influence qu'un puits exerce sur le niveau, la direction et la vitesse de la nappe environnante et nous établissons pour commencer les hypothèses suivantes :

1° La surface de l'eau souterraine est libre ;

2° La vitesse naturelle de l'eau souterraine = 0 ;

3° La surface de l'eau souterraine dans la région qui alimente le puits est horizontale avant l'épuisement ;

4° En dehors de cette région le niveau de l'eau souterraine n'est pas influencé par l'épuisement ;

5° Le fond du courant, c'est-à-dire la couche imperméable sous-jacente, est horizontal ;

6° Le puits pénètre jusqu'au fond du courant, et l'eau s'échappe par des ouvertures sur toute sa surface cylindrique (un puits « complet ») ;

7° La couche aquifère est homogène.

Les modifications du niveau de l'eau dans la région qui entoure le puits sont observées dans des puits tubulaires établis parallèlement et perpendiculairement au courant (fig. 20).

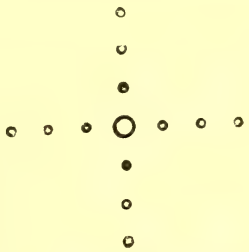


Fig. 20.

Au début de l'épuisement, le niveau du puits s'abaisse immédiatement, et peu à peu l'eau baisse également dans les tuyaux d'observation. L'épuisement continuant, l'abaissement s'étend de plus en plus, le niveau baisse dans tous les puits, et la quantité d'eau puisée diminue.

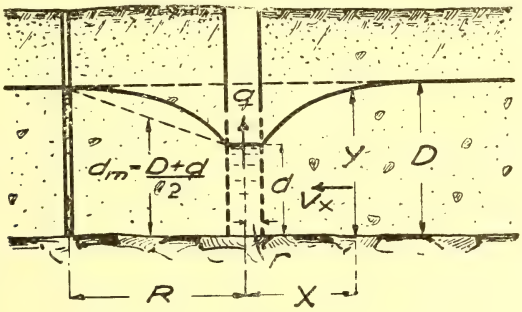


Fig. 21.

Après quelque temps l'équilibre s'établit : le débit devient constant ainsi que le niveau dans les puits. L'abaissement le plus grand est au puits d'épuisement, il s'étend régulièrement dans toutes les directions

et diminue avec la distance jusqu'à ce qu'il cesse enfin; la surface de l'eau forme un « entonnoir » ou « tronc de cône » dont le fond est dans le puits et dont les bords sont formés par la limite de l'abaissement, lequel, selon les hypothèses posées plus haut, forme un cercle ayant le puits pour centre. Le rayon de l'abaissement est $= R$, le rayon du puits $= r$, la profondeur de l'eau $= D$ dans la limite de l'abaissement et d dans le puits (fig. 21).

Sur la limite de l'abaissement la vitesse de l'eau $= 0$, mais dans l'intérieur de cette limite l'attraction du puits commence immédiatement à se faire sentir, et chaque particule d'eau cherche à l'atteindre par le chemin le plus court, c'est-à-dire en rayons convergents. Toutes les particules qui se trouvent sur une même verticale ont la même direction, toutes les particules à la même distance du puits, la même vitesse.

Si l'on représente le puits entouré d'un cylindre vertical à une certaine distance x (fig. 21 et 22), toutes les particules sur l'aire du cylindre couleront avec la même vitesse v_x.

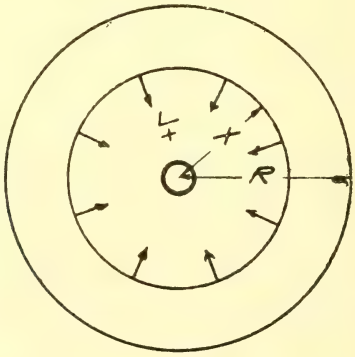


Fig. 22.

Plus ce cylindre est rapproché du puits, plus sa hauteur et sa circonférence diminuent et plus la vitesse de l'eau ira croissant. La résistance grandit avec la vitesse, et la résistance augmentée a pour résultat une perte de charge augmentée; donc la pente de la courbe d'abaissement augmente à mesure que la distance du puits diminue.

Étudions maintenant le mouvement de l'eau dans le cylindre à la distance x du centre du puits. La circonférence du cylindre $= 2\pi x$, sa hauteur $= y$, donc la superficie $= 2\pi xy$. La vitesse de l'eau, calculée pour toute la surface, est v_x, la pente de la courbe d'abaissement $= \frac{dx}{dy}$.

Le débit du puits est

$$q = 2\pi xy \cdot v_x,$$

et par conséquent

$$v_x = \frac{q}{2\pi xy}$$

selon l'équation (4)

$$v_x = k \cdot \frac{dy}{dx}$$

soit

$$\frac{q}{2\pi xy} = k \cdot \frac{dy}{dx}$$

et

$$\frac{dy}{dx} = \frac{q}{2\pi xy \,.\, k}. \tag{6}$$

Pour

$$x = r,\ y = d$$

et pour

$$x = \mathrm{R},\ y = \mathrm{D}.$$

Par intégration, nous obtenons

$$q = \frac{\pi \,.\, k\,(\mathrm{D}^2 - d^2)}{\log.\ \mathrm{nat.}\ \frac{\mathrm{R}}{r}}. \tag{7}$$

Cette équation peut également s'écrire

$$q = \frac{2\pi k \frac{(\mathrm{D} + d)}{2} (\mathrm{D} - d)}{l.n.\mathrm{R} - l.n.r}.$$

$\frac{\mathrm{D} + d}{2}$ = la moyenne arithmétique entre D et d, et représente par conséquent la profondeur moyenne de l'eau souterraine si l'on admet que la courbe d'abaissement forme une ligne droite (fig. 21) et $\mathrm{D} - d$ = l'abaissement dans le puits.

Si nous posons

$$\frac{\mathrm{D} + d}{2} = d_m$$

$$\mathrm{D} - d = s$$

nous aurons

$$q = \frac{2\pi k \,.\, d_m \,.\, s}{l.n.\mathrm{R} - l.n.r}. \tag{8}$$

De cette équation on tire la valeur de k, et de l'équation (5) on calcule ensuite la valeur de Q.

Que le puits ait un grand ou un petit rayon, r est toujours minime comparativement à R. La largeur du puits a donc une très petite influence sur son débit, en admettant toutefois qu'elle ne soit pas assez petite pour faire dépasser un certain degré à la vitesse de l'affluence.

De même toute modification de R n'a qu'une influence insignifiante. Si, par exemple, R monte de 500 à 1,000 mètres, $l.n.\mathrm{R}$ augmente de 6.2 à 6.9, c'est-à-dire de 11 % seulement.

Pour faire une évaluation approximative, on peut donc admettre que $l.n.\mathrm{R} - l.n.r$ a une valeur constante et dire :

$$\frac{2\pi k}{l.n.\mathrm{R} - l.n.r} = b,$$

donc

$$q = b \,.\, d_m \,.\, s. \tag{9}$$

Le débit du puits est, par conséquent, proportionnel à la profondeur moyenne de la région d'abaissement et à l'abaissement du niveau de l'eau dans le puits.

En fait, il arrive souvent que l'abaissement est assez irrégulier et qu'il est, à cause de cela, difficile d'en déterminer la limite et le rayon. On peut alors calculer la valeur de k sur l'abaissement du niveau de l'eau qui se produit entre deux tuyaux d'observation posés à une distance donnée du puits.

Si, par exemple, pour

$$x = a_1, \quad y = d_1$$
$$x = a_2, \quad y = d_2$$

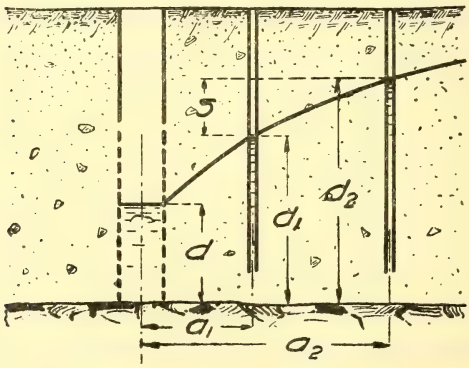


Fig. 23.

on obtient par l'intégration de l'équation (6)

$$q = \pi k \frac{(d_2^2 - d_1^2)}{l.n.a_2 - l.n.a_1},$$

soit

$$q = \frac{2\pi k \frac{(d_2 + d_1)}{2} (d_2 - d_1)}{l.n.a_2 - l.n.a_1},$$

soit

$$q = \frac{2\pi k}{l.n.a_2 - l.n.a_1} \cdot d_m \cdot s,$$

et si l'on pose aussi là

$$\frac{2\pi k}{l.n.a_2 - l.n.a_1} = b.$$

on a

$$q = b \,.\, d_m \,.\, s. \tag{10}$$

ce qui est identique à l'équation (9).

Si au lieu d'un puits nous établissons une galerie collectrice horizontale de l mètres de longueur, le calcul, selon les hypothèses énoncées plus haut, sera le suivant (fig. 24) :

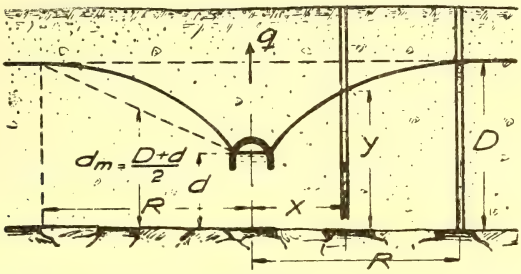


Fig. 24.

La limite d'abaissement est distante de R mètres de la conduite. A une distance x la profondeur du courant $= y$, sa section transversale $= ly$, la vitesse du courant correspondante $= v_x$. De chaque côté afflue

$$q = l \,.\, y \,.\, v_x$$

$$v_x = k \,.\, \frac{dy}{dx} = \frac{q}{l \,.\, y}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{v_x}{k} = \frac{q}{k \,.\, l \,.\, y}$$

pour

$$x = o, \quad y = d$$
$$x = \mathrm{R}, \quad y = \mathrm{D}$$

Par intégration, on obtient

$$q = \frac{k.l.(D^2 - d^2)}{2R} = \frac{kl}{R}\frac{(D+d)}{2}(D-d) = \frac{kl}{R} \cdot d_m \cdot s.$$

Si l'on pose $\frac{kl}{R} = b$, on obtient

$$q = b \,.\, d_m \,.\, s. \tag{11}$$

Nous étudierons maintenant jusqu'à quel point ces résultats sont influencés par des modifications apportées dans les hypothèses énoncées plus haut (p. 262).

1. Si le courant souterrain n'a pas une surface libre, c'est-à-dire s'il est enfermé sous une couche imperméable et forme ce que l'on appelle un courant artésien, le niveau de l'eau s'établit comme dans la figure 25.

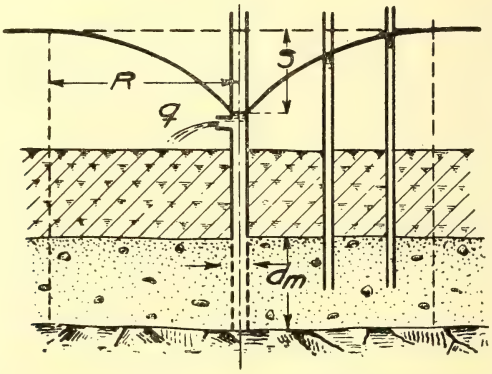


Fig. 25.

Les calculs sont les mêmes que lorsque le courant a une surface libre, mais ils sont simplifiés si l'on suppose que la profondeur du courant souterrain est constante $= d_m$ dans la région d'abaissement. Au lieu de l'équation (7), on a

$$q = \frac{2\pi \,.\, k \,.\, d_m \,.\, s}{l.n.R - l.n.r} \tag{12}$$

Nous pouvons là également donner une valeur constante à $l.n.R - l.n.r$ dans l'évaluation approximative, donc

$$q = \frac{2\pi k \,.\, d_m}{l.n.R - l.n.r}$$

et

$$q = b \,.\, s \tag{13}$$

Le débit d'un puits artésien est par conséquent proportionnel à l'abaissement du niveau de l'eau.

Pour $s = 1$ mètre, $q = b$.

Par conséquent, b est la quantité d'eau que donne le puits par mètre d'abaissement du niveau de l'eau, ce que l'on appelle le *débit spécifique du puits.*

Nous avons supposé dans ce calcul que le niveau de l'eau souterraine, ou le niveau piézométrique dans le voisinage immédiat du puits, est le même que le niveau de l'eau dans le puits. Lorsque l'eau monte dans le puits, il se produit cependant une certaine résistance de frottement qui est vaincue aux dépens de la hauteur de pression h (fig. 26), laquelle, pour les puits tubulaires profonds, doit être comprise dans les calculs. h est calculé d'après la formule connue :

$$h = \frac{aq^2 l}{d^5}.$$

où l = la longueur du tuyau comprise entre sa partie perforée et la surface de l'eau. Le véritable abaissement de l'eau souterraine n'est donc pas la différence H observée entre le niveau piézométrique original et le niveau de l'eau dans le puits, mais

$$s = \mathrm{H} - h,$$

et *le niveau d'affluence de l'eau souterraine est* h *mètres* au-dessus du *niveau d'écoulement du puits.*

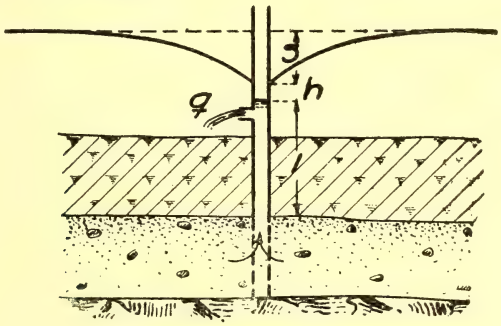


Fig. 26.

2. Si la vitesse naturelle de l'eau souterraine n'est pas nulle, l'affluence est accélérée en amont du puits, retardée en aval et altérée à angle droit avec le courant. On suppose habituellement que les modifications se neutralisent et que l'affluence totale est la même que

si l'eau souterraine était stagnante. Il va sans dire que la supposition est erronée, car si l'épuisement réduit le débit du courant en aval du puits, soit sa vitesse, soit sa profondeur doit diminuer.

3. Cette hypothèse n'est juste que dans le cas où la vitesse = 0, c'est-à-dire lorsque le puits est enfoncé dans un bassin de si grandes dimensions que la surface de l'eau souterraine est horizontale. A une vitesse marquée correspond une inclinaison déterminée, et le niveau naturel de l'eau doit, par conséquent, être plus élevé dans le puits que dans une section transversale en aval du puits.

4. Lorsque le débit du courant est diminué de la quantité q d'eau puisée dans le puits, soit à $Q - q$, la pente ou la profondeur doit diminuer dans la même proportion; *l'épuisement amène un abaissement général du niveau de l'eau autour et en aval du puits et dans certains cas même en amont.* Donc les calculs précédents, basés sur un niveau inaltéré hors de la limite d'abaissement du puits, sont inexacts. L'erreur n'a pas une grande portée si l'abaissement général est minime relativement à la profondeur du courant, mais elle peut causer de tristes désappointements dans le cas contraire. Nous y reviendrons en mentionnant la méthode d'évaluation suivante (pp. 276-286).

5. Si le fond du courant est incliné, par exemple, à angle droit avec le courant (fig. 27), la forme et l'étendue de la courbe d'abaissement sont modifiées de telle sorte que la profondeur moyenne d_m et le

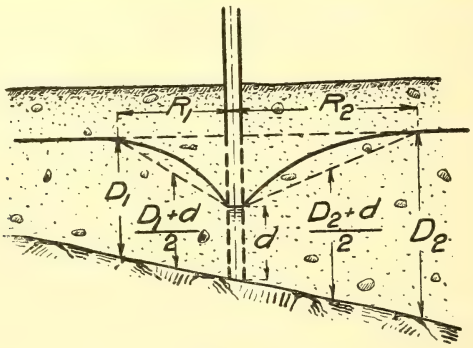


Fig. 27.

rayon de l'abaissement R sont différents des deux côtés du puits. Mais, en réalité, ceci n'a pas une très grande importance si les chiffres des moyennes portés dans les équations ci-dessus sont corrects.

6. A. Thiem appelle puits « complet » celui qui traverse toute la couche de sable et laisse pénétrer l'eau sur toute sa surface cylindrique. Un puits « incomplet » ne traverse pas toute la couche de sable et ne reçoit l'eau que par le fond (fig. 28).

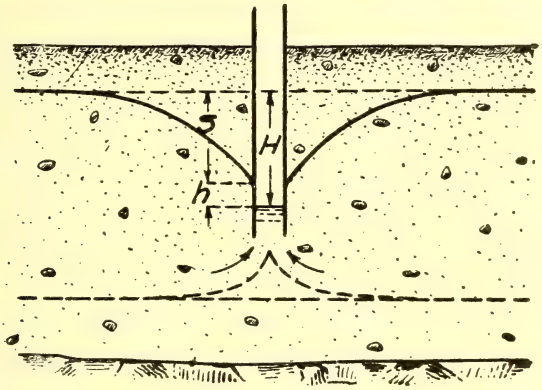


Fig. 28.

Selon Thiem, il n'est pas nécessaire qu'un puits descende jusqu'à la couche imperméable, car un puits incomplet lui-même reçoit des particules d'eau de la partie la plus profonde du courant, en admettant toutefois que le sable ne soit ni trop fin, ni trop profond. Par contre, Forchheimer cherche à démontrer que la partie du courant située au-dessous de la ligne pointillée (fig. 28) n'est pas sensible à l'attraction du puits. Il est difficile de décider laquelle de ces deux opinions est la bonne; il est sage, lorsqu'on fait les calculs, de se mettre du côté qui paraît présenter le plus de certitude et de choisir les hypothèses les plus défavorables. Pour l'évaluation en question, il paraît préférable d'appliquer la théorie de Thiem, car si dans l'équation (9) on donne une valeur trop grande à la profondeur moyenne du courant d_m, on obtient une valeur trop basse pour le coefficient k.

Lorsque l'eau afflue seulement par le fond du puits, la résistance est plus forte que si la masse était répartie sur toute la surface du cylindre. Chaque résistance hydraulique doit être vaincue par une différence de niveau donnée, donc l'eau est plus haute à l'extérieur immédiat du puits que dans le puits lui-même. Indépendamment de la perte de charge qui, dans les puits profonds, est causée par le frottement (fig. 26), il se produit, par conséquent, dans les puits incomplets

un abaissement du niveau de l'eau relativement à l'eau souterraine environnante. L'abaissement H observé dans le puits n'est qu'apparent; l'abaissement véritable est

$$s = H - h.$$

7. Une couche aquifère parfaitement homogène n'existe qu'en théorie. Tous ceux qui ont vu une tranchée dans le lit fluviatile, même le plus régulier, ont pu observer de grandes variations dans l'étendue et la stratification des couches, ainsi que dans la grosseur des grains. Dans ces cas-là, la courbe d'abaissement n'a jamais la forme régulière supposée dans la figure 21, elle est au contraire plus ou moins discontinue; généralement plus régulière au-dessus du puits, lorsque les particules d'eau suivent la direction de leur mouvement originaire, elle est plus irrégulière au-dessous du puits, où elles sont contraintes à suivre une direction diamétralement opposée. A cause de cela, il est extrêmement difficile de choisir dans le matériel d'observation les chiffres qui conduisent à l'évaluation correcte du coefficient k.

A ce sujet, il est bon de signaler la discontinuité hydraulique qui se produit dans le sous-sol où des couches imperméables ou difficilement perméables divisent le courant en plusieurs étages. Nous avons vu que ces planchers ne peuvent pas toujours être découverts par le forage. Il peut arriver qu'un puits d'observation ne descende pas dans l' « étage » dans lequel le puits d'épuisement est enfoncé et que nous tirions, par conséquent, une fausse conclusion quand nous interprétons son niveau inaltéré ou sensiblement baissé comme indiquant que la limite d'abaissement est atteinte. Nous devons donc utiliser le matériel d'observation avec la plus grande prudence et plutôt exclure les chiffres qui paraissent suspects que de risquer d'arriver à un résultat incorrect. Il peut être difficile, même pour un explorateur expérimenté, de déterminer si deux puits appartiennent à un même étage ou à deux étages différents.

Une méthode ordinaire est de forer simultanément deux puits que l'on éprouve fréquemment, chacun servant alternativement de puits d'observation pendant qu'on puise dans l'autre. Si l'on a constaté la présence d'étages différents, on doit en règle traiter chacun en particulier, à moins qu'il ne soit démontré que l'un ou l'autre a un débit si insignifiant que l'on peut n'en pas tenir compte.

Un cas particulièrement intéressant est celui où le puits a été foré dans une roche calcaire. Bien que l'eau y coule dans une quantité de

canaux plus ou moins petits, les conditions ne sont pourtant pas les mêmes que dans un lit de sable, et nous ne pouvons pas appliquer sans critique la loi de Darcy. Dans bien des cas, le mouvement de l'eau ressemble plutôt à l'écoulement dans une conduite, V est alors en proportion directe de $\sqrt{I}$, au lieu de I, et il en résulterait que la capacité du puits est en proportion directe de $\sqrt{s}$ au lieu de s. Nous reviendrons plus loin sur le sujet (page 285); qu'il nous suffise de dire ici que par des raisons faciles à comprendre la méthode d'exploration en question — évaluation de la vitesse moyenne d'un courant souterrain à l'aide du coefficient k dont la valeur a été obtenue en pratiquant des épuisements — ne doit pas être appliquée lorsqu'il s'agit de courants dans la roche calcaire, laquelle est encore moins homogène qu'un lit de sable.

Chaque épuisement d'essai doit naturellement durer assez longtemps pour qu'un nouvel état d'équilibre puisse s'établir. Cependant ce n'est pas aussi nécessaire lorsque nous cherchons la valeur du coefficient k que lorsque nous appliquons la troisième des méthodes mentionnées, où les changements de niveau de l'eau qui entoure le puits servent de base à l'évaluation de la capacité du courant. Dans ce dernier cas, si on interrompt trop vite l'épuisement, on obtient un chiffre trop élevé pour q et généralement trop bas pour R, et ces deux erreurs mènent à un chiffre trop haut pour Q. La valeur de k ne subit pas de modification importante si dans l'équation (8) q est évalué trop haut, à la condition que d_m soit haussé dans la même proportion; l'important est de mettre dans l'équation les chiffres qui se correspondent.

En vertu de ce raisonnement, G. Thiem a publié dans son intéressant traité : *Hydrologische Methoden*, une méthode employée par son père et par lui pour déterminer le coefficient k à l'aide d'épuisements de courte durée dans plusieurs puits tubulaires répartis sur le district d'exploration. Il suppose que la valeur de k obtenue pour un puits s'applique jusqu'à la moitié de la distance de ce puits aux puits voisins de chaque côté (fig. 29). Il partage ainsi la section transversale du courant en plusieurs divisions selon l'équation (5).

Ainsi, la troisième division, par exemple, est limitée à gauche par une ligne verticale au milieu des puits 2 et 3, et à droite par une autre verticale au milieu des puits 3 et 4. Si la superficie de la division $= A_3$ et si I_3 représente la pente de l'eau, on a $Q_3 = k_3 \cdot A_3 \cdot I_3$, etc.

On obtient la valeur de k par quelques heures d'épuisement dans les puits, l'un après l'autre, en ayant soin, pendant cet épuisement, de

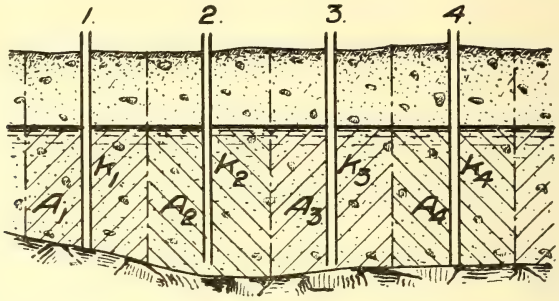


Fig. 29.

mesurer l'abaissement du niveau de la nappe dans deux tuyaux d'observation (fig. 30) situés en amont du puits, si possible dans la direction du courant.

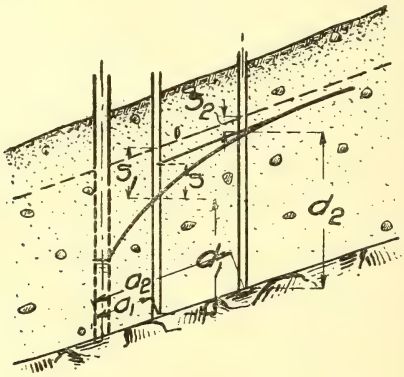


Fig 30.

Si la distance entre le puits et les tuyaux est respectivement a_1 et a_2, l'abaissement respectivement s_1 et s_2, correspondant à une profondeur de l'eau d_1 et d_2, le débit puisé q, et si le fond du courant est parallèle à sa surface, Thiem calcule la valeur de k à l'aide de l'équation suivante :

$$k = \frac{q\,(l.n.a_2 - l.n.a_1)}{\pi\,(d_2 + d_1)\;\; s_1 - s_2)}. \qquad (14)$$

Si l'on établit que

$$\frac{d_2 + d_1}{2} = d_m$$

et que $s_1 - s_2 = s$, l'expression correspondante pour q est

$$q = \frac{2\pi k \frac{(d_2 + d_1)s}{2}}{l.n.a_2 - l.n.a_1} = \frac{2\pi k}{l.n.a_2 - l.n.a_1} \cdot d_m \cdot s, \tag{15}$$

équation identique à l'équation (10).

Comme exemple, Thiem cite une exploration hydrologique qu'il a entreprise pour la ville de Prague. S'appuyant sur un épuisement d'essai de dix heures à 5 litres par seconde en moyenne dans dix puits différents, il calcule que le débit total du courant souterrain est de 263 litres par seconde.

Quant à la simplicité et à l'économie, cette méthode ne laisse rien à désirer, et on doit la considérer comme une précieuse méthode auxiliaire hydrologique, moyennant laquelle on peut, en un temps très court et sans grande dépense, se rendre approximativement compte du débit du courant souterrain. Elle est l'achèvement et le complément excellents des explorations préliminaires Mais il me paraîtrait dangereux de baser tout un calcul uniquement sur cette méthode. L'intérêt aurait été très grand si Thiem, au lieu de faire l'épuisement pendant quelques heures, l'avait continué, dans un puits du moins, pendant quelques semaines, de façon que, autrement que par un raisonnement théorique, on eût pu s'assurer de la constance du coefficient k : à défaut de cela, on doit excuser ceux qui ne se sont pas sentis entièrement convaincus. Au point de vue qualitatif, on serait aussi arrivé à un résultat plus ferme, si un épuisement d'essai de longue durée, par exemple à 50 litres par seconde, avait été fait, au moyen duquel on aurait pu juger des modifications dans la nature de l'eau qui se produisent peut-être par suite de l'abaissement du niveau de la nappe souterraine.

En général, le calcul de la vitesse d'un courant d'eau souterrain est très peu sûr par suite de l'irrégularité, citée ci-dessus, de la nature des couches. Mais si la valeur du coefficient k, obtenue par un épuisement d'essai, peut être exacte pour la partie du courant influencée par le puits, il n'est pas sûr néanmoins que l'on puisse réellement la considérer comme une valeur moyenne exacte pour le courant dans son entier.

Calcul du débit par l'observation de l'abaissement du niveau de l'eau à un épuisement d'essai.

D'ordinaire, pour appliquer cette méthode, on détermine la partie du courant qui est influencée par l'attraction du puits, et sur cette base on cherche à effectuer le calcul de la quantité d'eau que l'on peut obtenir du courant entier.

Nous partons d'abord de l'une des hypothèses sur lesquelles nous avons, dans ce qui précède, basé le calcul de la relation entre la capacité d'un puits et l'abaissement de la surface de l'eau, savoir que le niveau de l'eau en dehors de la limite d'abaissement reste inaltéré.

Si le puits, après que le niveau courant a été atteint, donne une quantité d'eau constante q et si l'abaissement s'étend à R mètres de chaque côté d'une coupe perpendiculaire à la direction du courant, on suppose généralement que le puits agit sur une largeur de courant de 2R mètres et que chaque mètre de la largeur du courant fournit une quantité d'eau de $\frac{q}{2R}$. Si la largeur totale du courant = B (fig. 31), sa capacité totale sera donc

$$Q = B \cdot \frac{q}{2R} \tag{16}$$

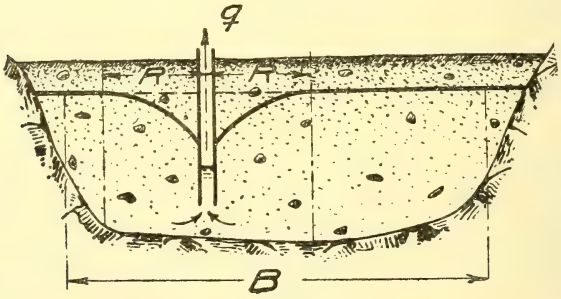


Fig. 31.

Si la profondeur et la nature de la nappe sont modifiées en dehors de la limite de l'abaissement, cela influe naturellement sur le résultat. Si, par exemple, la profondeur de l'eau diminue de 10 à 8 mètres, une correction correspondante pourra être faite par rapport à la quan-

tité d'eau ; mais si c'est la porosité du sable qui est modifiée, ce dont il est difficile de se rendre compte exactement, la vraie quantité d'eau par mètre de largeur de courant peut être beaucoup moindre que celle résultant des calculs. On a néanmoins divers moyens pour se procurer une connaissance approximative de la porosité du sol, par exemple en déterminant le coefficient k dans plusieurs puits différents, d'après la méthode Thiem (p. 273), ou en comparant les quantités d'eau fournies dans différents puits après un court épuisement abaissant le niveau de l'eau de la même quantité partout, par exemple d'un mètre. Si le courant a une largeur très considérable, il est néanmoins préférable de faire deux épuisements d'essai dans la même coupe transversale.

Quelque simple que paraisse cette méthode, elle est néanmoins assez difficile à appliquer. Car, comme le sol n'est jamais entièrement homogène, la courbe d'abaissement n'est jamais régulière. Le niveau de l'eau souterraine dans une coupe perpendiculaire à la direction principale du courant ne vient pas pour cette même raison se placer horizontalement. Il est, par conséquent, souvent très difficile de déterminer exactement par des observations du niveau d'eau la position de la limite d'abaissement, c'est-à-dire la valeur de R à introduire dans l'équation (16).

En outre, le calcul repose sur une hypothèse qui n'est jamais exacte, savoir que le niveau de la nappe souterraine, en dehors de la limite d'abaissement, reste immuable. Comme nous l'avons déjà dit précédemment, cela est tout simplement impossible. Lorsque le débit du courant diminue de Q à $Q - q$, il est nécessairement inévitable qu'un abaissement général de la nappe souterraine se produise. Pour chaque puits mis à contribution, le niveau descend de plus en plus, la profondeur du courant diminue et le débit par mètre de largeur du courant diminue.

Dans ce qui suit nous chercherons à exposer les facteurs dont dépendent les conditions de niveau du courant d'eau souterraine.

Un courant libre, dont la pente est déterminée par la position de la couche de fond imperméable, peut, si le fond a une inclinaison suffisante, couler parallèlement à celle-ci. Le niveau de la nappe est alors supposé décrire une ligne droite ou brisée ($a - b$ dans fig. 6).

Si le fond est horizontal ou si son inclinaison est insuffisante, le niveau de la nappe doit décrire une courbe, car à mesure que la profondeur de l'eau diminue, il faut que la perte de charge augmente d'une quantité correspondante.

Supposons le fond horizontal (fig. 32).

Sur une longueur de L mètres, le niveau de la nappe baisse de façon que la profondeur diminue de D à d. A une distance de x mètres de la limite en aval, *la profondeur est* $= y$. Si la largeur du courant

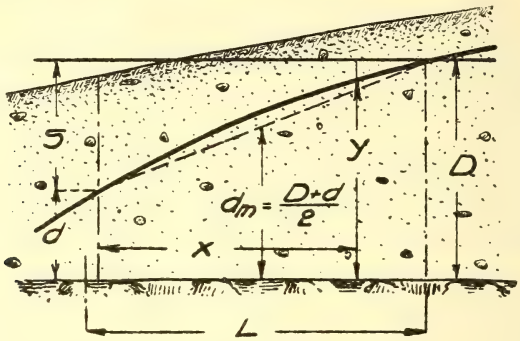


Fig 32.

est B, sa section transversale sera By, sa vitesse $v_x = k.\frac{dy}{dx}$. Le débit de la nappe sera alors

$$Q = k \cdot By \cdot \frac{dy}{dx},$$

si

$$x = 0, \quad y = d$$

$$x = L, \quad y = D$$

$$\therefore Q = k.B\frac{D^2 - d^2}{2L} = \frac{k.B\frac{D+d}{2}(D-d)}{L}$$

Si l'on pose

$$\frac{D+d}{2} = d_m, \quad D - d = S,$$

on aura l'équation

$$Q = \frac{k.Bd_m.S}{L}. \tag{17}$$

Nous arrivons au même résultat si nous supposons que le niveau de la nappe forme une ligne droite (la ligne pointillée de la fig. 32).

La profondeur moyenne du courant est alors

$$\frac{D+d}{2} = d_m.$$

La section moyenne du courant est Bd_m.

La vitesse moyenne du courant vaut

$$k\,I = \frac{k\,.\,S}{L}.$$

Le débit du courant

$$Q = \frac{k\,.\,Bd_m S}{L}.$$

Si la nappe est artésienne, la pente varie avec l'épaisseur de la couche aquifère. Si l'on suppose celle-ci invariable entre deux points d'observation, la ligne de pression sera une ligne droite.

Si les puits d'observation ne sont pas trop éloignés l'un de l'autre, on peut sans grande erreur admettre que *le niveau de la nappe entre deux puits forme une ligne droite.*

Par là on simplifie grandement les méthodes de calcul hydrologique. Lorsque $I = \frac{S}{L}$, la vitesse du courant sera sur une certaine distance proportionnelle à S, c'est-à-dire à l'abaissement du niveau de l'eau. Si, d'autre part, la section transversale est constante, le débit sera également proportionnel à S.

L représente, à proprement parler, la longueur du courant et il est, par conséquent, avec un fond incliné, un peu plus grand que la distance horizontale entre deux puits, qui sera $= L.\ \cos\alpha$ (fig. 33). La différence est néanmoins si minime qu'on peut la négliger totalement.

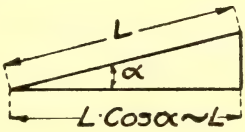


Fig. 33.

Après avoir posé ces principes généraux, nous les appliquerons aux diverses espèces de courants souterrains, savoir :

Une nappe libre indépendante du récipient *a* — *b* (fig. 6) ;

Une nappe libre endiguée par le récipient *b* — *d* (fig. 6) ;

Une nappe artésienne (fig. 11).

Nappe libre indépendante du récipient.

Nous supposons que la largeur de la couche aquifère, son inclinaison et sa nature sont invariables entre les puits d'observation b_1 et b_3, et que le courant sur cette distance ne reçoit pas d'affluents nouveaux.

En amont du puits, le débit = Q, l'inclinaison de la surface d'eau = I, la vitesse du courant = V et la profondeur de l'eau = D.

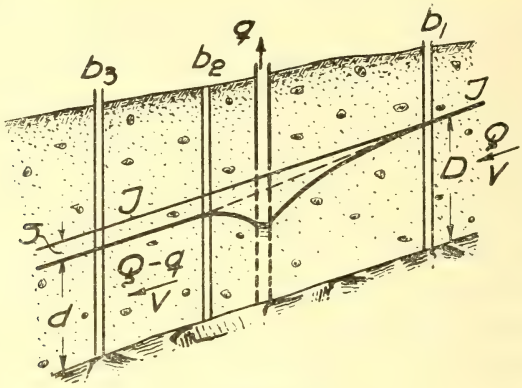


Fig. 34.

Autour du puits il se produit un abaissement qui, en amont du puits, est supposé s'arrêter en b_1. En amont de ce point, le débit reste non diminué et *le niveau d'eau original n'est pas influencé.* En aval du puits, où le niveau général est abaissé, l'abaissement local s'arrête en b_2. Entre b_1 et b_2 la surface de l'eau souterraine est supposée, en dehors de la courbe d'abaissement, prendre la position indiquée par la ligne pointillée.

La figure 35 montre une coupe transversale passant par le puits d'épuisement.

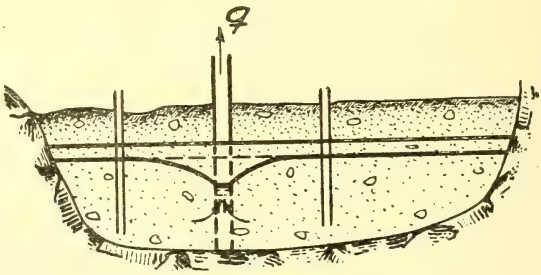


Fig. 35.

Le niveau de la nappe en dehors du rayon alimentaire du puits a baissé dans toute la section, mais surtout dans le voisinage du puits.

La figure 36 montre une coupe transversale passant par b_2, c'est-à-dire exactement à la limite de dépression. Ici aussi on peut constater un abaissement un peu plus grand du niveau de l'eau dans le voisinage du puits.

La figure 37 montre une coupe verticale plus en aval passant par le puits b_3. Ici la différence de niveau est à peine saisissable ; la surface de la nappe peut être supposée horizontale et l'abaissement général constant = S ; le débit est diminué de q, soit à $Q - q$. La profondeur de l'eau a diminué de S, soit à $D - S = d$. L'inclinaison de la surface de l'eau est toujours parallèle au fond du courant = I (fig. 37), par conséquent la vitesse est invariable = V.

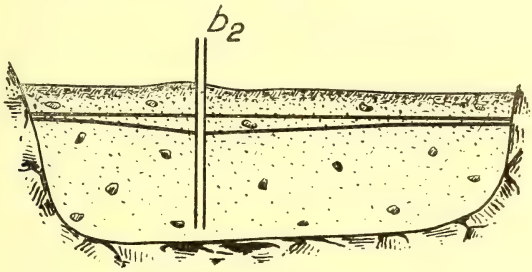


Fig 36.

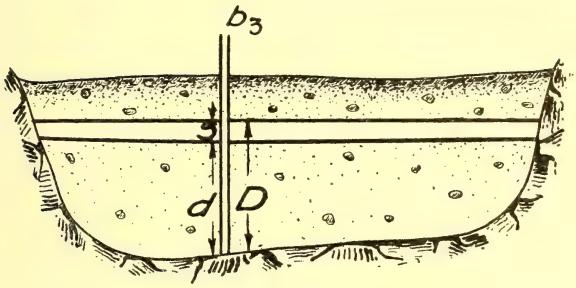


Fig. 37.

Entre b_1 et b_3 se trouve par conséquent la région où se fait sentir l'influence locale du puits ; en amont de b_1 le niveau de l'eau est le même, en aval de b_3 se produit un abaissement s'étendant également sur toute la largeur du courant.

En amont de b_1, l'équation (5) donne

$$Q = k \,.\, BD \,.\, I.$$

En aval de b_3,

$$Q - q = k \,.\, B \,.\, d \,.\, I$$

$$\because \frac{Q - q}{Q} = \frac{d}{D}$$

$$Q = q \cdot \frac{D}{D - d} = q \cdot \frac{D}{S}$$

$$\frac{Q}{q} = \frac{D}{S}.$$

On peut donc poser

$$q = c \,.\, S \tag{18}$$

$$Q = c \,.\, D, \tag{19}$$

où c est une quantité constante dont la grandeur peut être tirée de l'équation (18) et qui ensuite est introduite dans l'équation (19), ce qui donne la valeur Q.

Pour

$$S = 1 \text{ mètre}$$
$$q = c,$$

c est donc le débit qui correspond à 1 mètre d'abaissement du niveau d'eau dans le puits b_3 et qui, pour cette raison, peut être appelé le *débit spécifique du courant* dans cette coupe transversale.

Nappe libre, endiguée par le récipient.

Les mêmes hypothèses sont admises que dans le cas précédent. En amont du puits, l'inclinaison de la surface d'eau n'est plus déterminée par le récipient, mais bien par le niveau abaissé dans la section transversale du puits ; il se produit un abaissement général du niveau de l'eau. L'abaissement local s'étend en amont du puits d'épuisement

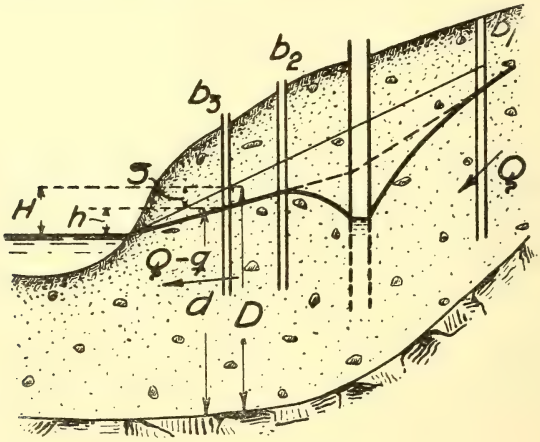


Fig. 38.

jusqu'en b_1 et en aval jusqu'en b_2. En aval de b_2, le débit a été réduit à Q — q et, par conséquent, l'inclinaison a été diminuée, par suite de quoi la surface de l'eau a baissé partout. Dans la coupe transversale

passant par b_3 (fig. 39), le niveau de la nappe a pris une position à peu près horizontale. La surface de l'eau a baissé de S mètres, sa hauteur au-dessus du récipient a diminué de H à h et la profondeur du courant a diminué de D à d.

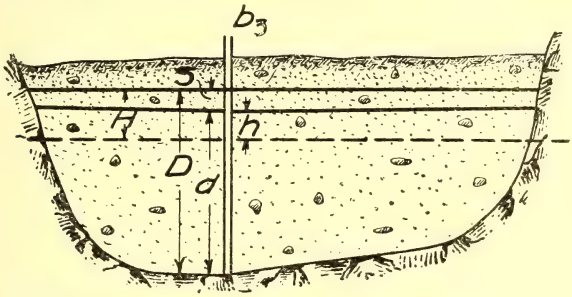


Fig. 39.

Le débit est proportionnel à la section transversale du courant, c'est-à-dire à sa profondeur et à la pente, c'est-à-dire à la hauteur du niveau de la nappe au-dessus du niveau du récipient. On peut alors poser

$$\frac{Q - q}{Q} = \frac{d}{D} \cdot \frac{h}{H}.$$

Si l'on pose $d = D - S$, on obtient

$$Q = \frac{q}{S} \cdot \frac{DH}{D + h}. \tag{20}$$

Si h est de peu d'importance en comparaison de D, on peut poser

$$Q = q \cdot \frac{H}{S}$$

$$\frac{Q}{q} = \frac{H}{S}$$

$$q = c \,.\, S \tag{21}$$

$$q = c \,.\, H \tag{22}$$

Pour $h = 0$ on a $S = H$. Le niveau de la nappe est alors abaissé au niveau du récipient ; $q = Q$: tout le débit du courant a ainsi été épuisé.

Nappe artésienne.

Ici les circonstances sont bien plus simples que dans le cas précédent. La courbe d'abaissement ne se produit pas dans la couche aquifère et se traduit seulement par un abaissement du niveau piézomé-

trique, par suite de la vitesse accrue dans le voisinage du puits. Dans chaque coupe transversale en dehors du rayon alimentaire du puits, le niveau de la nappe prend une position horizontale, par suite de la rapidité avec laquelle se transmet la pression. En amont de b_1, le

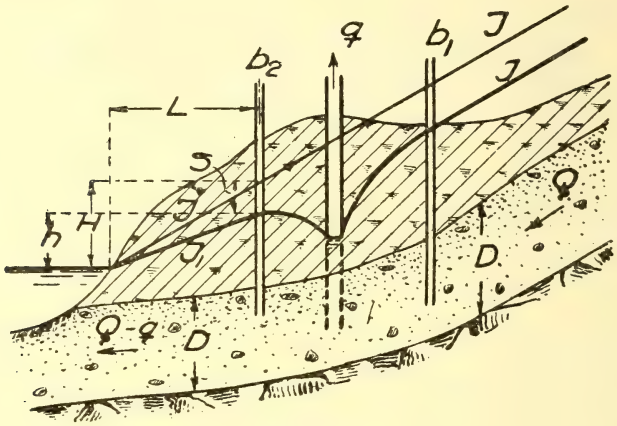


Fig. 40.

niveau piézométrique s'abaisse parallèlement à lui en conservant sa pente originale I; en aval de b_2, le débit est diminué de Q en Q — q, la pente de I en I_1. Le débit est proportionnel à la pente, c'est-à-dire à la différence entre le niveau piézométrique de l'eau et le niveau du récipient. Si la largeur du courant est = B, sa profondeur = D, alors, selon l'équation (5),

$$Q = k \cdot BD \cdot \frac{H}{L}$$

$$Q - q = k \cdot BD \cdot \frac{h}{L} = k \cdot BD \cdot \frac{(H - S)}{L}$$

$$q = \frac{BDk}{L} \cdot S$$

$$Q = \frac{BDk}{L} \cdot H$$

Si l'on pose $\frac{BDk}{L}$ = constante c, on obtient

$$q = c \cdot S \tag{23}$$

$$Q = c \cdot H, \tag{24}$$

où c = le *débit spécifique du courant* dans la coupe transversale b_2.

Le débit du courant peut d'ailleurs être calculé avec une exactitude

approximative uniquement par le moyen de l'observation du niveau d'eau dans le puits d'épuisement.

Avant l'épuisement, la surface de l'eau se trouve à un certain niveau qui correspond avec la surface libre de l'eau dans la partie supérieure du courant (fig. 41).

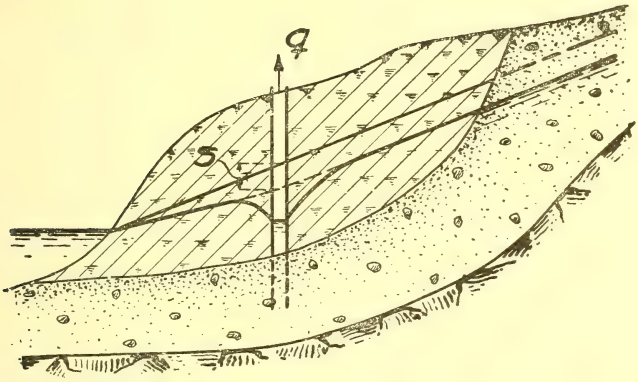


Fig. 41.

Pendant l'épuisement, la surface libre de l'eau s'abaisse au niveau inférieur déterminé par le niveau piézométrique abaissé dans la section transversale du puits. Quand l'épuisement cesse, il n'y a pas d'« entonnoir » réel dont les pores sont à remplir, mais l'eau dans le puits s'élève vite au niveau qui règne dans la section transversale du puits. Ensuite l'eau monte lentement, tandis que le réservoir du bassin libre se remplit à nouveau et atteint finalement son niveau primordial. La différence entre le niveau d'eau atteint immédiatement et celui atteint à la fin représente approximativement l'abaissement général S, produit par l'épuisement q, et l'on trouve alors le débit spécifique du courant dans la coupe transversale du puits par le moyen de l'équation (23)

$$q = c \,.\, S.$$

Évidemment ce calcul est quelque peu incertain et ne doit être considéré que comme une évaluation par à peu près du débit de la nappe.

A la page (272) il a été montré que si un puits a été enfoncé dans un terrain calcaire, on ne peut sans plus lui appliquer les principes de calcul employés pour une couche de sable homogène. Le même raisonnement s'applique au débit du courant. Nous ne savons pas si q croît proportionnellement à S. On devrait même plutôt supposer que q est proportionnel à $\sqrt{S}$.

Au lieu de calculer c par l'équation (21, 23)

$$q = c \cdot S,$$

on poserait alors

$$q = c \cdot \sqrt{S}, \tag{25}$$

et au lieu de l'équation (22, 24)

$$Q = c \cdot S,$$

on poserait

$$Q = c \cdot \sqrt{S} \tag{26}$$

Si l'on calcule Q selon ces deux principes, on obtient les valeurs extrêmes entre lesquelles la valeur exacte se trouve probablement, et la prudence commande de nous servir ensuite de la moindre.

Nous avons ainsi constaté les faits suivants :

1° Dans une nappe libre indépendante du récipient, le puits provoque un abaissement local du niveau de l'eau et aussi un *abaissement général en aval*, mais non en amont du puits;

2° Dans une nappe libre, endiguée par le récipient, et dans une nappe artésienne, *l'abaissement général s'étend sur toute la région du courant;*

3° A une certaine distance en aval du puits, l'abaissement général est à peu près constant dans toute la coupe transversale et est en rapport déterminé avec le débit total de la nappe, *lequel peut être calculé en s'appuyant sur ce fait.*

Connaissant ces faits, nous comprenons aussi que lorsqu'un puits nouveau est mis à contribution ou lorsque l'on augmente le débit d'un puits existant déjà, on produit une diminution du débit de tous les autres puits se trouvant dans le même courant. Un service d'eaux souterraines communal ou privé ne peut assurer son débit en interdisant un terrain plus ou moins vaste en dehors des puits, *et une législation dans ce sens n'offre qu'une protection imparfaite.* Un seul puits peut, dans certaines circonstances, abaisser le niveau général de la nappe jusqu'au niveau du récipient et capter ainsi tout le courant.

Par l'oubli de l'abaissement général qui se produit inévitablement, beaucoup de calculs hydrologiques ont donné des résultats inexacts Une cause accessoire a aussi souvent été le fait que l'observateur n'a pas pris ou n'a pas pu prendre connaissance des variations périodiques du niveau de l'eau.

La raison pour laquelle l'abaissement général a été si souvent négligé est probablement pour une bonne part le fait qu'il se produit très lentement et échappe ainsi à l'attention de l'observateur. Dans une nappe libre, il faut aussi un long temps avant que l'abaissement local ne se produise, et pendant ce temps c'est surtout la provision d'eau du « tronc de cône » qui est mise à contribution. Si, par exemple, le rayon d'abaissement est de 500 mètres, l'abaissement du puits 5 mètres et le coefficient k_1 (page 259) = 0,2, la masse d'eau du tronc de cône représente un débit constant de 200 litres à la seconde pendant un mois. L'abaissement général s'étend souvent sur des dizaines de kilomètres carrés et ne se propage que très lentement. On suppose généralement qu'une « onde » d'eau souterraine, c'est-à-dire une augmentation soudaine de la quantité d'eau, se propage aussi vite à peu près que le courant; si nous faisons la même supposition relativement à une diminution soudaine, il se passera trois mois avant qu'un courant animé d'une vitesse de 10 mètres ne puisse reprendre l'équilibre à 1 kilomètre en aval du puits. Il est de pratique courante que l'observateur, en considérant l'abaissement du niveau de l'eau autour du puits d'épuisement, fait des comparaisons avec un forage se trouvant en dehors de ce rayon. Si au bout de quelques semaines d'épuisement, lorsque l'observateur commence à désirer en voir la fin, il se trouve que le niveau de l'eau à la limite de dépression locale baisse lentement et que le même abaissement s'observe dans le forage, ce dernier abaissement est souvent attribué à une variation périodique du niveau de l'eau et l'on en tire la conclusion inexacte que l'abaissement relatif soit = 0. Dans un courant artésien, le nouvel état d'équilibre se produit bien plus vite, car les variations de masses d'eau véritables ne se produisent que dans la partie supérieure du courant qui a une surface d'eau libre (fig. 44).

La méthode de calcul ci-dessus décrite peut donc être appliquée de deux façons différentes :

1° Le débit de la nappe est calculé au moyen de l'observation de l'*abaissement local* du niveau de l'eau autour du puits d'épuisement, c'est-à-dire l'influence du puits dans le sens horizontal ; on trouve alors qu'il met à contribution une certaine partie de la largeur du courant;

2° Le débit de la nappe est calculé par l'observation de l'*abaissement général* en aval du puits, c'est-à-dire de l'influence du puits dans le sens vertical; on trouve alors qu'il met à contribution soit une certaine partie de la profondeur du courant, ou bien une partie de la

différence de niveau entre le niveau de l'eau du courant et celui du récipient.

Aucune de ces méthodes ne donne un résultat certain si l'épuisement est arrêté trop tôt, c'est-à-dire avant qu'un nouvel état d'équilibre n'ait pu se produire, non seulement dans la région d'abaissement local du puits, mais encore dans la partie du courant où se produit un abaissement général.

Cet abaissement général peut, dans certains cas, se faire si lentement que l'étude doit, pour des raisons d'économie de temps et de frais, être interrompue avant que se produise l'état d'équilibre. Il est néanmoins du devoir de l'hydrologue de bien se persuader qu'un abaissement général continu doit réellement se produire et ensuite, non seulement tenir compte dans ses calculs de ce fait, mais encore de l'éventualité que le débit de la nappe peut, dans l'avenir, diminuer encore plus par l'action d'autres puits.

La première application est utilisable lorsque l'abaissement général est peu important comparativement à la profondeur du courant, ou lorsqu'il est difficile à déterminer, comme par exemple lorsque le puits est établi dans le voisinage de l'embouchure du courant et que la surface de l'eau se trouve, par conséquent, à une hauteur peu considérable au-dessus du récipient. La difficulté est, comme il a été dit précédemment (page 277), de déterminer la vraie valeur de R, c'est-à-dire la largeur du courant qui est évaluée comme fournissant l'eau du puits et décider si la partie de courant située en dehors de la limite d'abaissement peut être supposée contribuer d'une quantité d'eau aussi grande par mètre de largeur du courant.

L'autre application est utilisable lorsque l'abaissement général est facile à déterminer, par conséquent lorsque la surface de l'eau souterraine a une forte inclinaison et se trouve à une hauteur considérable au-dessus du récipient. Il importe de choisir un point convenable pour l'observation de la valeur S à introduire dans les équations (34, 37, 39).

Plus loin en aval du puits d'épuisement, nous observerons l'abaissement, et plus égale sera sa distribution sur toute la largeur du courant et plus sûr sera le calcul; mais, d'autre part, il est évident que l'état d'équilibre s'y produit plus tard qu'à proximité du puits. Dans la limite d'abaissement du puits ou immédiatement en aval, S est plus grand que dans les autres points de la même coupe transversale, et l'on se place du côté le plus sûr si la valeur maxima obtenue ainsi est prise comme abaissement moyen de la coupe transversale. Dans les courants

très larges, il est bon d'épuiser deux puits dans la même coupe transversale.

Cette méthode est excellente pour l'étude des courants artésiens, où l'état d'équilibre se produit comparativement vite, ainsi que pour les courants étroits à forte pente comme ceux qui coulent dans les oses à pierres roulées de Suède. Pour ce qui est de la sûreté, elle est préférable à la méthode précédente. Même si les différentes parties du courant ont un débit différent, ces différences s'égalisent en aval du puits.

Si, par exemple, la partie du courant qui se trouve en dehors de la limite d'abaissement du puits a un débit moindre, l'abaissement général sera plus grand que si toute la coupe transversale était pleinement homogène. Le calcul ne se base pas sur les variations qui se produisent à l'intérieur d'une petite partie du courant, mais sur celles qui se produisent dans le courant entier.

Dans tous les cas, il est prudent, après avoir achevé l'installation permanente d'eau souterraine, de garder une série de tuyaux d'observation pour le contrôle du niveau de l'eau. On constatera alors en règle générale un abaissement continuel, c'est-à-dire une diminution continue du débit, et l'on pourra prévoir à temps un manque d'eau éventuel et y remédier.

Calcul du débit par l'observation de l'élévation de l'eau lors d'une infiltration artificielle.

L'infiltration artificielle peut servir non seulement pour augmenter d'une façon permanente la puissance naturelle d'un courant souterrain, mais encore à évaluer son débit. De même que l'épuisement amène un abaissement de niveau correspondant à la grandeur du débit, l'infiltration a pour résultat une élévation du niveau correspondant à la grandeur du débit.

Il y a des cas où les circonstances sont fort peu favorables à un épuisement d'essai. Si le sable est fin, il devient difficile d'empêcher l'envasement des puits, et chaque puits fournit une quantité si petite que l'épuisement doit se faire simultanément dans un grand nombre de puits à la fois, reliés par un long conduit d'aspiration. Si en même temps le niveau de l'eau souterraine se trouve profondément sous le sol, il faut enfoncer la pompe et le conduit d'aspiration dans le sol. Dans ces cas, on peut avec avantage résoudre la question de quantité

par l'infiltration de l'eau de surface; pour déterminer la qualité, il est naturellement nécessaire de pomper, mais on peut le faire sur une moindre échelle et en un autre endroit.

Nous pouvons infiltrer l'eau superficielle par une irrigation libre (fig. 42), par un bassin curable (fig. 43, 44) ou par un puits (fig. 45). L'eau est purifiée par l'infiltration ou traverse d'abord un filtre provisoire (fig. 45).

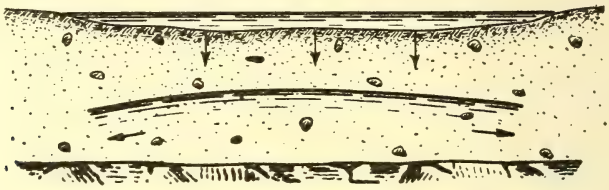


Fig. 42.

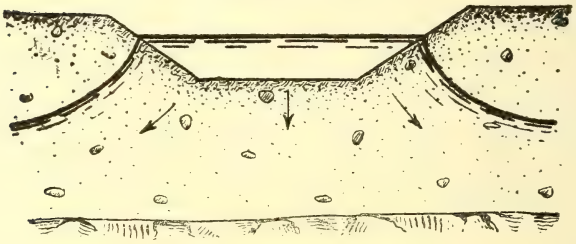


Fig. 43.

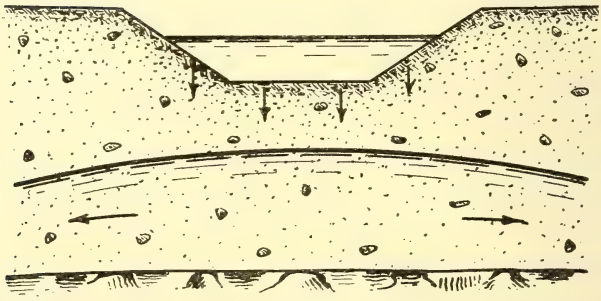


Fig. 44.

Nous voulons étudier l'effet produit par un puits d'infiltration sur le niveau de l'eau avoisinante et posons, à ce sujet, les mêmes hypothèses que lorsque nous avons évalué l'abaissement du niveau d'eau par le moyen de l'épuisement (p. 262).

La masse d'eau q s'écoule dans le sous-sol par un puits complet

ayant un rayon de r mètres; la vitesse du courant, la perte de charge et la profondeur de l'eau diminuent avec la distance du puits. La surface de l'eau devient concave et touche la surface naturelle à la limite

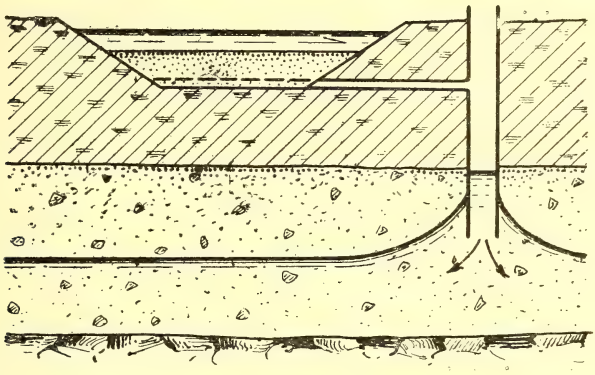


Fig. 45.

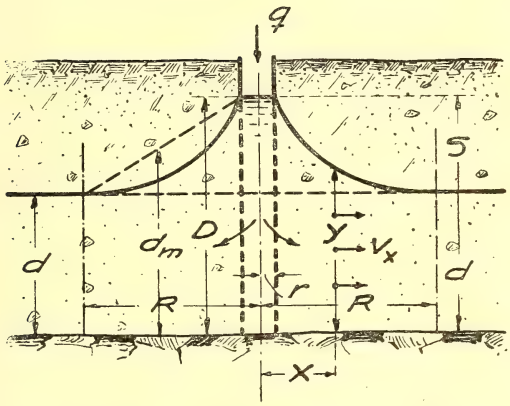


Fig. 46.

de l'élévation qui se trouve à R mètres du puits. La profondeur de l'eau est $= d$ et s'élève dans le puits de S mètres, par conséquent à $d + S = D$. A une distance de x mètres du puits, la profondeur du courant est $= y$, l'aire de sa section transversale $= 2\pi xy$, sa pente $= \frac{dy}{dx}$, la vitesse $= v_x$. Lorsque x augmente, y diminue.

Par conséquent,

$$v_x = -k \cdot \frac{dy}{dx}.$$

Pour

$$x = r, \quad y = D$$
$$x = R, \quad y = d$$

$$\therefore q = \pi k \cdot \frac{D^2 - d^2}{l.n.R - l.n.r} = \frac{2\pi k \frac{D + d}{2}(D - d)}{l.n.R - l.n.r}$$

Si l'on pose

$$\frac{D + d}{2} = d_m$$

et

$$D - d = s,$$

on obtient

$$q = \frac{2\pi k}{l.n.R - l.n.r} d_m \cdot s. \tag{27}$$

Si $l.n.R. - l.n.r.$ est supposé être à peu près constant, on pourra poser

$$\frac{2\pi k}{l.n.R - l.n.r} = b$$

et

$$q = b d_m s. \tag{28}$$

L'équation (27) est identique à l'équation (8).

L'équation (28) est identique à l'équation (9).

La méthode d'évaluation sera donc la même que lorsque le niveau du puits est abaissé. Les équations 10, 12, 13 peuvent être employées sans modification.

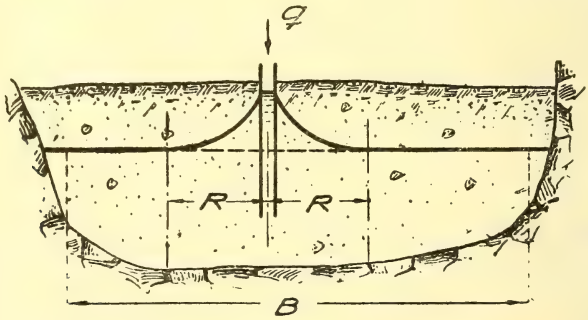


Fig. 47.

La capacité totale du courant souterrain peut être évaluée par l'observation de l'*élévation locale* du niveau autour du puits d'infiltration ou par l'observation de l'*élévation générale* du niveau d'eau.

Selon la première méthode d'évaluation (fig. 47), nous appliquons l'équation (16)

$$Q = \frac{B \cdot q}{2R}.$$

La seconde méthode est appliquée à diverses espèces de courants souterrains, savoir :

Nappe libre indépendante du récipient.

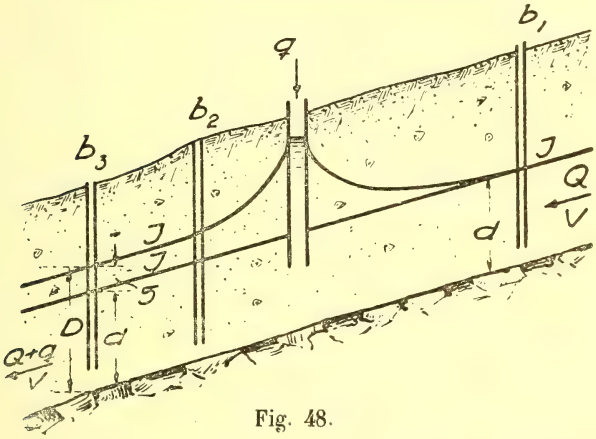


Fig. 48.

En amont du puits, on suppose que l'élévation s'étend jusqu'à b_1. Là le débit est invariablement = Q, la profondeur de l'eau = d, la pente = I et la vitesse = V.

En aval du puits, l'élévation locale s'étend jusqu'en b_2; en b_3, on suppose que le niveau de l'eau souterraine est à peu près horizontal dans toute la coupe transversale. Le débit a monté à Q + q, la profondeur de l'eau d + S = D. La pente est toujours parallèle au courant, soit = I, et la vitesse, par conséquent, toujours = V.

Nous appliquons alors l'équation (18) :

$$q = c \cdot S,$$

et l'équation (19) :

$$Q = c \cdot d,$$

où c = le débit spécifique de la nappe dans la coupe b_3, ou la quantité qui correspond à une élévation (ou un abaissement) de 1 mètre du niveau de l'eau.

Nappe libre endiguée par le récipient.

En amont du puits, la nappe n'est plus endiguée par le récipient, mais bien plus par le niveau surélevé de l'eau souterraine dans la coupe transversale du puits. L'élévation locale s'arrête en b_1, l'élévation générale s'étend à toute la région endiguée.

En aval du puits, l'élévation locale s'arrête en b_2. En b_3, l'élévation générale est à peu près constante dans toute la section. Le débit a augmenté à $Q + q$, la profondeur à $d + S = D$, la hauteur de la surface de l'eau au-dessus du niveau du récipient à $h + S = H$.

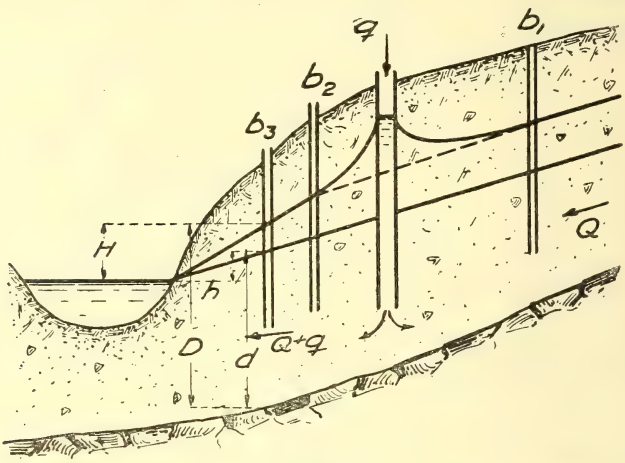


Fig. 49.

Conformément à l'équation (20), on aura

$$Q = \frac{q}{S} \cdot \frac{hd}{d + H}.$$

Si H est peu important en comparaison de d, nous aurons, conformément aux équations (21, 22) :

$$q = c \,.\, S$$
$$Q = c \,.\, h,$$

où $c =$ le débit spécifique de la nappe dans la coupe transversale b_3.

Nappe artésienne.

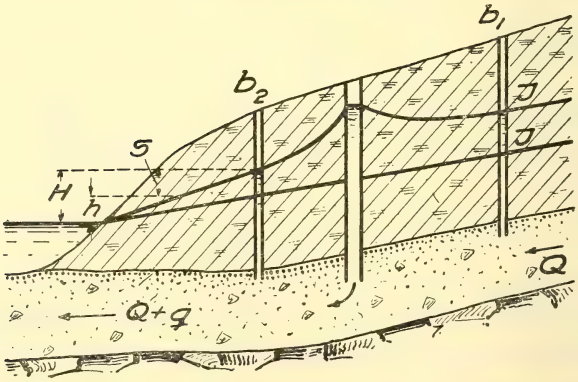


Fig. 50.

En amont de b_1, Q et I ne varient pas. En b_2, le débit de la nappe a augmenté à $Q + q$, la hauteur de la surface d'eau au-dessus du récipient à $h + S = H$. Conformément aux équations (23, 24), on aura

$$q = c \cdot S$$
$$Q = c \cdot h,$$

où $c =$ le débit spécifique de la nappe dans la coupe transversale b_2.

Cette méthode est d'ailleurs très opportune pour les cas où l'on sait déjà d'avance que le débit devra, dans l'avenir, être augmenté artificiellement. Il importe alors de constater que la couche aquifère peut réellement livrer passage à une masse d'eau plus considérable, et que la qualité de l'eau ne sera pas empirée par le fait que le niveau de l'eau s'élèvera jusqu'à imprégner des couches du sol qui, précédemment, étaient à sec, ou bien en amenant de l'eau nouvelle. Par le filtrage de l'eau superficielle et son écoulement lent à travers les cavités du sous-sol, ses qualités physiques, chimiques et biologiques sont modifiées, mais ces changements demandent un long temps; l'eau doit couler sur un certain parcours avant d'être suffisamment amendée. Ces variations successives doivent être souvent examinées en diverses distances de l'endroit d'infiltration. Nous y reviendrons plus en détail dans le chapitre suivant.

Création d'eaux souterraines artificielles.

Trop souvent l'exploration hydrologique donne un résultat négatif. Ou bien le débit de l'eau souterraine est insuffisant, ou bien il est si faible que l'on ne peut, eu égard à l'incertitude des méthodes d'exploration et aux nombreux facteurs qui peuvent faire sentir leur influence dans l'avenir, conseiller de bonne foi de faire les frais d'une installation définitive et coûteuse. On a alors à choisir entre deux expédients : soit de construire des bassins de filtrage pour la purification de l'eau superficielle, ou d'*augmenter artificiellement le débit du courant d'eau souterraine.*

La principale condition de la formation d'eau souterraine artificielle est que la couche aquifère soit assez profonde et poreuse pour pouvoir livrer passage aussi à l'eau de surface infiltrée, et ait une étendue suffisante pour que cette eau ait le temps d'être suffisamment amendée avant d'être de nouveau ramenée à la lumière du jour.

Déjà avant que les principes fondamentaux de l'hydrologie ne fussent connus, et au temps où, par conséquent, on ne se doutait pas de l'existence de véritables courants souterrains, diverses installations de distribution d'eau ont été basées sur le *filtrage naturel* (fig. 5). On installait le long des rives d'un fleuve une galerie collectrice, on y abaissait le niveau d'eau au-dessous du niveau du fleuve et l'on *croyait* que l'on obtiendrait de cette façon de l'eau du fleuve, purifiée par le filtre naturel entre le bord et la galerie. La plupart de ces installations n'ont pas réussi, il est vrai, mais en les exécutant suivant un plan bien calculé et en les entretenant convenablement, la méthode peut être utilisée pour le but qu'on a en vue.

Dans ces derniers temps, on a essayé d'une autre méthode, qui a déjà été citée en connexion avec l'étude hydrologique, savoir l'*infiltration dans le sens vertical*. L'eau superficielle est dirigée vers un *champ d'irrigation*, où elle coule librement sur toute sa surface ou bien dans des fossés peu profonds (fig. 42), ou bien dans un *bassin* d'infiltration enfoncé en dessous du niveau de l'eau souterraine (fig. 43) ou qui est placé au-dessus de celle-ci (fig. 44) ou, enfin, dans un *puits d'infiltration* (fig. 45).

Un bel exemple de *filtrage naturel* nous est fourni par l'usine de distribution d'eau souterraine de la ville de Schweinfurt. La ville est située près du fleuve Main, qui y est barré par un ancien barrage (fig. 51).

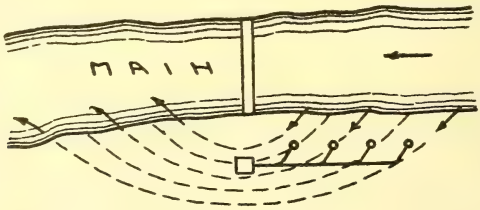


Fig. 51.

Un courant continu va du Main dans la rive en amont du barrage et s'écoule dans le fleuve en aval de celui-ci. A l'étude qui précéda l'installation des puits indiqués dans l'esquisse, on pouvait, dans les tuyaux d'observation, observer clairement la métamorphose successive de l'eau du fleuve en eau souterraine. Comme le barrage a plusieurs centaines d'années d'existence, il faut en conclure de toute évidence que la rapidité du fleuve suffit pour garder le lit libre de dépôts. La couche de filtrage naturelle doit toujours pouvoir être en état de fonc-

tionner, en supposant qu'elle ne soit pas trop fatiguée par le débit augmenté des puits.

Le premier hydrologue qui soumit le filtrage naturel à une étude scientifique fut A. Thiem. Il fit une étude approfondie d'un conduit collecteur établi le long de la Ruhr, qui fournissait d'eau la ville d'Essen et dont la capacité avait beaucoup diminué. Il constata alors que l'afflux avait complètement cessé sur une partie du parcours du conduit, mais restait le même sur une autre. Dans la première partie, la surface avait été abaissée trop profondément, ce qui avait amené un afflux trop fort de l'eau du fleuve; la vitesse d'infiltration fut trop grande, les vases purent pénétrer trop profondément et, enfin, les pores du lit du fleuve furent obstrués. Entre le fleuve et le conduit, la surface de l'eau avait baissé, de sorte qu'au lieu d'une surface convexe, elle en formait une concave (fig. 52).

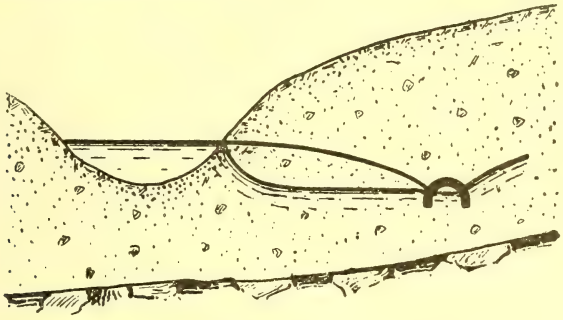


Fig. 52.

Sur la seconde distance, en revanche, l'abaissement était moindre, l'infiltration avait lieu plus lentement, les vases restaient au fond du fleuve et étaient emportées par le courant. Thiem réussit à fixer la différence de hauteur convenable entre le fleuve et le conduit, c'est-à-dire la valeur de la pente I à introduire dans l'équation (4) pour donner une valeur convenable à la vitesse V.

C'est là, sans aucun doute, la juste méthode. Le débit ne peut être calculé sans plus à l'aide de formules théoriques, et doit être déterminé par voie expérimentale, au moyen de longs essais sur une grande échelle.

La condition principale est, comme il a été dit, que l'infiltration ne soit pas trop rapide : les vases ne doivent pas descendre trop profondément afin de pouvoir être emportées par le fleuve. Probablement ce curage ne se produit pas d'une façon continue, mais seulement pendant les périodes des hautes eaux, alors que les grains de sable sont

arrachés et déplacés de façon que toute la surface de filtrage se trouve renouvelée. Sur les rives des lacs à fonds bas, on obtient le même effet par l'action de la glace et des vagues, et, par conséquent, un lac peut aussi présenter une infiltration continue.

L'*irrigation* a été essayée dans quelques installations de nature plutôt provisoire. La méthode est peu sûre et difficile à contrôler, et puis, complètement inutilisable dans un pays doté d'un climat comme celui de la Suède. Aussi nous n'en parlons ici qu'en passant.

Le *bassin d'infiltration*, creusé dans le terrain aquifère (fig. 43) ou placé au-dessus du niveau de l'eau souterraine (fig. 44), est utilisable lorsque la couche aquifère communique directement avec la surface du sol. Le fond est recouvert d'une couche de sable à filtrer fin. Une aire d'infiltration minime est suffisante pour former un grand courant d'eau souterraine. Avec une vitesse d'infiltration de $1^{m}50$ par vingt-quatre heures, le bassin peut, pendant une année, livrer passage à une colonne d'eau de 500 mètres de hauteur, c'est-à-dire mille fois plus que la quantité d'eau infiltrée naturellement. Avec un bassin mesurant 1 hectare, on peut doubler la masse d'eau naturellement infiltrée sur une surface sablonneuse mesurant 10 kilomètres carrés.

Le problème d'infiltration est d'ordinaire très facile à résoudre. Quant à savoir si l'on réussira par ce moyen à obtenir une eau souterraine véritable, c'est là une chose qui dépend de la possibilité de diriger l'eau assez loin dans le sens horizontal, de façon à permettre à l'eau de s'amender.

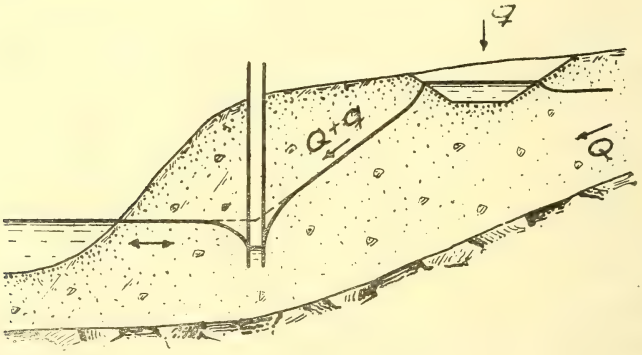


Fig. 53.

La figure 53 montre comment l'infiltration élève le niveau de l'eau entre le bassin et puits. Le niveau de l'eau souterraine en aval des

puits est supposé par avance avoir été abaissé au niveau du récipient. Les puits recueillent, par conséquent, aussi bien le débit naturel de la nappe Q que la quantité infiltrée q.

Le bassin d'infiltration ne peut évidemment pas être placé à une trop grande distance des puits, car alors son niveau d'eau se trouverait trop élevé par rapport au sol. Si cette distance est suffisante pour l'amendement de l'eau, l'installation peut être considérée comme réussie, au point de vue de la quantité et de la qualité ; dans le cas contraire, on aura à choisir entre une infiltration moindre ou une eau moins bonne.

Étudions de plus près la façon dont se fait l'infiltration de l'eau et sa course souterraine.

Le bassin d'infiltration agit tout à fait comme un filtre ordinaire. L'eau descend lentement par le fond du bassin, et les vases et les microbes se déposent à la surface et dans la partie supérieure de la couche de sable. Au commencement d'une période de filtrage, la résistance à la pénétration de l'eau est minime et la différence de niveau entre la surface de l'eau dans le filtre et la surface de l'eau dans un puits d'observation voisin (fig. 54) n'est que de quelques centimètres. A mesure que se produit l'infiltration, le dépôt des vases augmente, la résistance aussi, et la surface de l'eau dans le bassin s'élève de plus en plus au-dessus de la surface de l'eau du puits. Lorsque cette différence de hauteur a atteint une certaine limite, par exemple 1 mètre, le moment est venu de curer le bassin. On arrête l'afflux, la surface de l'eau descend sous celle du fond du bassin, que l'on cure comme un filtre ordinaire.

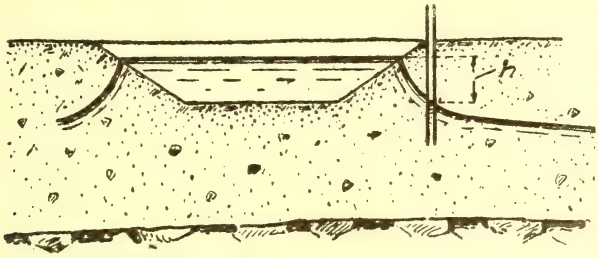


Fig. 54.

L'eau qui est de cette façon introduite dans le sous-sol est de l'eau de surface filtrée qui, déjà immédiatement sous le fond du bassin, est utilisable comme eau potable et entièrement comparable à celle qui est fournie par une installation de filtrage ordinaire. Le nombre des microbes est réduit à quelques dizaines par centimètre cube, les

matières organiques ont subi certaines modifications. La température de l'eau est encore la même, ainsi que son goût fade.

Pendant le temps qui s'écoule entre l'infiltration de l'eau et son afflux dans les puits, sa nature est de plus en plus modifiée. Les derniers microbes disparaissent, les matières organiques forment d'autres combinaisons entièrement inoffensives, de nouvelles matières entrent dans sa composition. La température est élevée pendant l'hiver, descend pendant l'été. Comme résultat on a une eau stérile, cristalline, d'une température presque constante et d'un goût frais. *L'eau de surface a été améliorée en eau souterraine.*

Cette eau souterraine artificielle est, au point de vue physique et biologique, équivalente à l'eau souterraine naturelle. Elle s'en distingue à un point de vue : elle contient moins de composés chimiques ou, plus exactement, moins d'impuretés. Car celles-ci sont fonctions du temps pendant lequel l'eau a été en contact avec le sol, et de sa contenance en acide carbonique. L'âge de l'eau souterraine artificielle se compte par semaines, celui de l'eau naturelle par années. Lors de l'infiltration dans un bassin, l'eau se combine à très peu d'acide carbonique, mais l'eau pluviale qui parcourt le sol lentement en prend des quantités considérables.

On a reproché à cette méthode principalement deux défauts, dans les deux cas également à tort, savoir :

1° Que le sous-sol serait avec le temps complètement obstrué par les vases;

2° Que l'eau infiltrée pourrait se perdre dans le sous-sol.

1° Le risque de l'envasement n'est pas plus grand que pour un bassin de filtrage ordinaire bien entretenu, c'est-à-dire qu'il est nul. La couche supérieure de sable, où se fait le filtrage principal, se compose en effet de sable fin ordinaire. Dans la supposition d'une vitesse de filtrage basse et constante, les vases se déposeront à la surface du sable, d'où elles sont éloignées lors du curage du bassin. Il est possible qu'après quelques années le fond ait besoin d'être enlevé et remplacé par du sable neuf, mais on n'a pas encore senti ce besoin dans les bassins installés jusqu'à ce jour en Suède, parmi lesquels ceux, par exemple, de Gothembourg ont été en service constamment pendant douze ans.

2° Si la surface de l'eau en aval des puits est tenue au même niveau que le récipient (fig. 53), cela est une preuve que les puits coupent le débit. Si la surface de l'eau monte en aval des puits (fig. 55), une

partie de l'eau souterraine continue à s'écouler dans le fleuve; si elle baisse (fig. 56), le fleuve délivre une certaine quantité d'eau dans les puits.

En observant le niveau de la nappe en aval des puits, on peut donc contrôler et régler la quantité d'eau infiltrée.

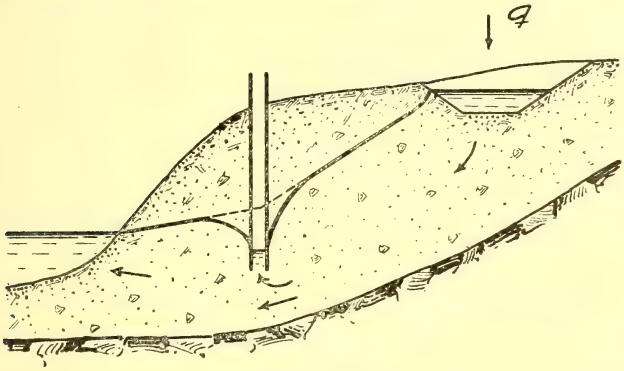


Fig. 55.

Ainsi, par exemple, on a disposé à Gothembourg, en aval des puits d'épuisement, un puits où l'on observe fréquemment le niveau de l'eau qui est ici à 5 mètres au-dessus de la mer; le débit spécifique du courant est de 5 litres par seconde. Qu'un seul litre par seconde s'infiltre en plus ou en moins, le niveau de l'eau s'élève ou s'abaisse dans le puits d'observation de $0^{m}2$. On ne peut, avec un bassin de filtrage ordinaire, obtenir un réglage plus exact et plus délicat.

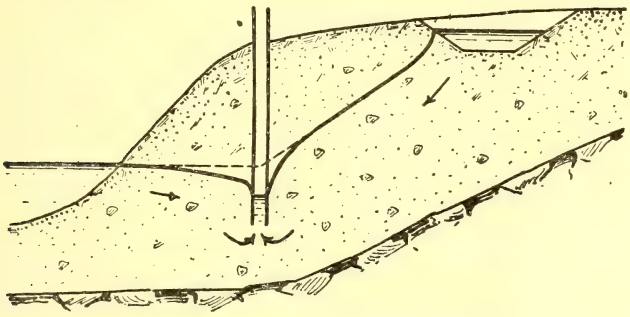


Fig. 56.

Dans certains cas, on peut obtenir un réglage complet du débit et du niveau d'eau. On peut combiner l'infiltration et le filtrage naturel (fig. 56) ou empêcher la pénétration de l'eau du fleuve (fig. 55).

Dans une vallée large, où le niveau de l'eau se trouve de peu de chose au-dessus du niveau du fleuve, une ville peut, indépendamment de tous les autres puits communaux ou privés, installer dans un district limité une « fabrique d'eau souterraine » complète, où la fabrication est exactement calculée sur la commande (fig. 57).

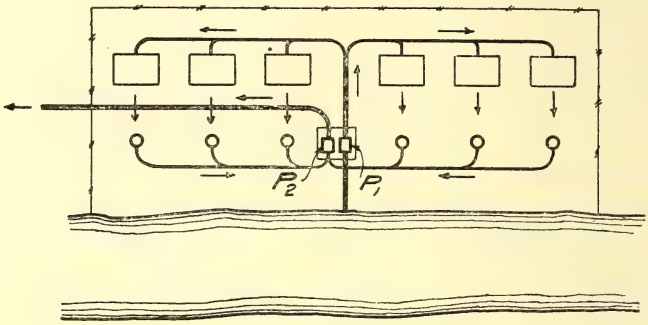


Fig. 57.

P_1 = pompe pour élévation de l'eau du fleuve dans les bassins.
P_2 = pour élévation de l'eau souterraine dans la ville.

Dans le chapitre précédent, nous avons montré que lorsqu'une certaine quantité d'eau est infiltrée, cela produit, d'une part, une élévation locale du niveau d'eau autour du puits ou du bassin, d'autre part, une élévation générale du niveau de tout le courant. En mesurant l'élévation générale en aval de la région d'élévation locale, on peut évaluer le débit naturel du courant (p. 289).

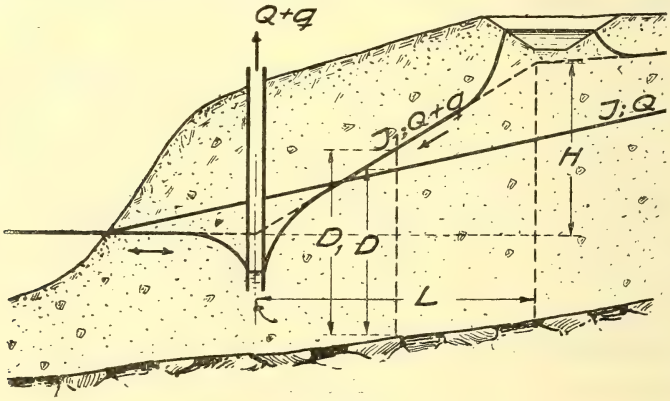


Fig. 58.

A l'aide de la même méthode d'évaluation, nous pouvons, au cas où Q est connu d'avance, évaluer l'élévation générale qui se produira par l'infiltration d'une certaine quantité d'eau q.

Si, par exemple, un bassin d'infiltration est installé à L mètres en amont des puits dans la figure 58, les modifications suivantes se produisent :

Le débit du courant est augmenté de	Q à $Q + q$
La pente du courant est augmentée de	I à I_1
La profondeur moyenne du courant est augmentée de	D à D_1

Si la largeur du courant est de B, on aura, selon l'équation (5) :

$$Q = BD \cdot k \cdot I$$

$$Q + q = BD_1 \cdot k \cdot I_1$$

$$\therefore \frac{Q + q}{Q} = \frac{D_1}{D} \cdot \frac{I_1}{I} \qquad (29)$$

$$H = I_1 \cdot L$$

A cette élévation générale vient s'ajouter, d'une part, l'élévation locale autour du bassin, d'autre part, l'élévation à l'intérieur du bassin nécessaire pour surmonter la perte de charge dans le filtre (fig. 59).

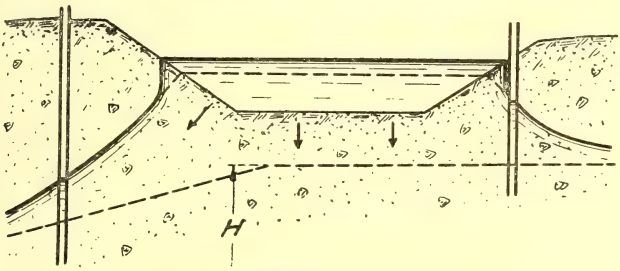


Fig. 59.

Afin de fixer définitivement la position du bassin selon le calcul précédent, on doit faire un essai de contrôle à la plus grande échelle possible.

Lorsque la couche supérieure du sol est imperméable, ou lorsque la nappe est artésienne, le bassin d'infiltration doit être remplacé par un *puits d'infiltration*.

Dans ce cas, il y a évidemment quelque risque d'envasement du sous-sol. Mais si l'eau a d'abord été filtrée avec soin, le dépôt des vases ne peut pas être important. Si l'on voit des signes d'envasement, on peut y remédier par un lavage au moyen d'un jet d'eau, ou soit élever, soit abaisser le puits.

Nous avons, dans ce qui précède, maintes fois fait ressortir que la capacité d'une installation d'eaux souterraines peut diminuer par suite de l'abaissement général du niveau d'eau qui est la conséquence naturelle d'une augmentation de l'épuisement dans les autres puits situés sur le même courant. Un seul puits peut abaisser le niveau de l'eau de plusieurs mètres dans une région d'une dizaine de kilomètres carrés. Il sera difficile, pour ne pas dire impossible, de prévenir par des achats de terrain ou par des restrictions et des interdictions, un abaissement général, lent mais sûr, comme celui qui pendant les dix dernières années a éveillé de si grandes inquiétudes en plusieurs pays, par exemple dans les Pays-Bas.

Mais il y a un moyen par lequel le niveau de la nappe peut à nouveau être élevé à sa hauteur primordiale, et ce moyen est l'infiltration artificielle.

Partout où un puits produit un abaissement général du niveau de l'eau, un bassin d'infiltration peut amener une élévation générale.

L'aptitude des couches filtrantes naturelles à fournir à nos communes une eau bonne et saine peut ainsi en bien des cas être augmentée dans une mesure presque illimitée.

CHAPITRE III.

EXEMPLES DE DISTRIBUTIONS D'EAU.

Dans ce chapitre, nous voulons rendre compte de quelques explorations hydrologiques exécutées en Suède et en même temps chercher à expliquer l'âge et la nature géologiques des terrains aquifères.

Gothembourg.

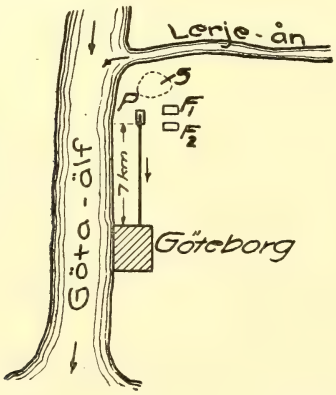
En 1893, Gothembourg avait deux services de distribution d'eau potable. Le premier, installé en 1871, est fourni par la gravitation de l'eau prise au lac de Delsjö et a un débit annuel de 3,65 millions de mètres cubes, correspondant à une consommation moyenne par jour de 10 000 mètres cubes et une consommation maxima de 14 000 mètres cubes. En 1893, on acheva un nouveau service avec usine de pompage au bord du fleuve Göta Elf, à 7 kilomètres en amont de la ville. L'eau était purifiée dans deux bassins de filtrage, chacun destiné à une quantité d'eau de 2 600 mètres cubes par jour.

Avant la construction de ces filtres, on avait, pendant les années 1889-1890, entrepris des explorations hydrologiques dans la vallée du Göta Elf. Sous l'argile bleue qu'on y rencontre en règle générale et dans laquelle le fleuve a creusé son lit, on rencontra une couche de sable aquifère. L'eau était claire et d'un goût agréable, mais fut trouvée contenir beaucoup de chlore, soit en moyenne 150 milligrammes par litre, et de l'ammoniaque, en moyenne $2^{mgr}1$.

En ce temps, on était encore soumis au préjugé que la valeur hygiénique de l'eau devait être évaluée uniquement d'après sa composition chimique. Selon les « valeurs limites » en cours, une bonne eau potable ne devait contenir qu'au plus 50 milligrammes de chlore par litre et seulement des « traces » d'ammoniaque. Le chimiste de la ville, l'auteur et un spécialiste allemand consulté furent d'accord pour déclarer l'eau souterraine inutilisable.

Mais les temps changent et nous avec eux. Au commencement de la dixième décade du XIXe siècle, d'autres opinions commencèrent à se faire jour. On n'appréciait plus l'eau superficielle et l'eau souterraine d'après les mêmes principes (p. 250). Une forte teneur en chlore est suspecte dans l'eau superficielle où l'on peut la soupçonner d'être un indice d'impuretés excrémentitielles, mais point dans un courant d'eau souterraine coulant profondément dans le sol, où elle indique seulement qu'il reste encore des traces des dépôts de sel d'une mer arctique ayant existé il y a des milliers d'années. L'ammoniaque dans l'eau superficielle indique de l'urine, tandis que sous une couche d'argile imperméable, elle n'est qu'un produit de réactions chimiques inoffensives.

En 1892, le Prof^r Lang approuvait l'eau artésienne dans les environs de Malmö, eau qui contenait 148 milligrammes de chlore et 0^mgr8 d'ammoniaque, et il en préconisa l'emploi pour le nouveau service d'eau de Malmö (p. 314). En 1893, le Prof^r Almquist déclara que l'eau souterraine d'Arboga « convenait parfaitement » à être employée comme eau potable pour la ville, bien que la teneur en chlore se montât à 105, et la teneur en ammoniaque à 1^mgr7; et plus tard encore des autorités allemandes avaient agréé l'eau artésienne obtenue par des forages profonds dans les environs de Brême, eau qui montra une teneur en ammoniaque allant jusqu'à 15 milligrammes.



P = Station de pompage.
F_1 F_2 = Bassins de filtrage.
S = Sablière.

Fig. 60.

Cette opinion ainsi modifiée eut pour résultat qu'en 1895-1896 de nouvelles explorations relatives aux eaux souterraines furent entreprises.

La figure 60 montre un plan du terrain entre la ville et l'usine du service d'eau au bord du Göta Elf.

Les figures 61 et 62 montrent des coupes schématiques transversales et longitudinales de la vallée du Göta Elf.

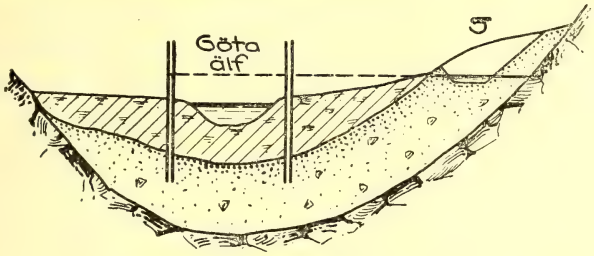


Fig. 61. — Coupe transversale.

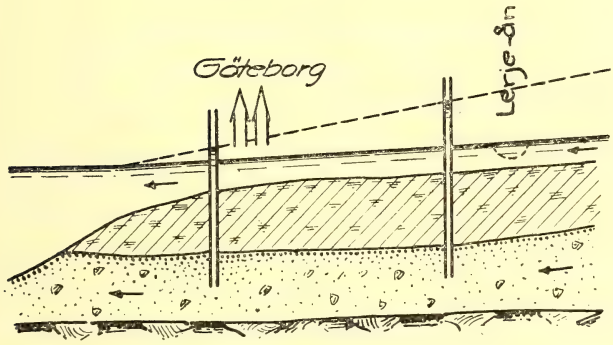


Fig. 62. — Coupe longitudinale.

L'argile est bleu-gris, maigre, non plastique. Le sable est pur, en partie mêlé de gravier plus gros. Dans la sablière, dont une coupe transversale est montrée dans la figure 61, le fond se compose de sable, les parties supérieures sont formées par des moraines.

Nous voulons maintenant essayer d'expliquer la formation géologique de la vallée du Göta Elf. La roche dans laquelle la vallée s'est formée par érosion se compose de gneiss et appartient, par conséquent, à la *formation de la roche archéenne.*

Pendant les périodes *algonkienne, cambrienne* et *silurienne*, la roche primitive se recouvrit de couches sédimentaires, lesquelles néanmoins, pendant les périodes suivantes, lorsque le sol se trouvait au-dessus de la surface de la mer, disparurent par l'effet de la désagrégation et de l'érosion. Pendant la *période tertiaire*, la vallée actuelle était déjà

ciselée dans le massif primitif. Son fond se trouvait au-dessus de la mer et était probablement en partie rempli de couches fluviatiles de sable et de gravier. L'eau superficielle était drainée par un fleuve, l'eau souterraine par un courant libre, tous deux ayant leur débouché dans la mer.

Au commencement de la grande période glaciaire, le débit du fleuve augmenta par l'appoint de l'eau provenant de la fonte des glaciers qui s'avançaient, et du sable *préglacial* se déposa sur le sable tertiaire. Ensuite, le « landis » pénétra dans la vallée, balaya toutes les couches de sable plus anciennes et déchargea ses moraines, qui furent en partie assorties et stratifiées par le fleuve du glacier. Pendant la fonte de la glace, le débit augmenta et la plus grande partie des moraines fut déchargée dans la mer; seuls des restes persistèrent çà et là à l'abri de rochers saillants.

Pendant la période interglaciaire, du *sable interglaciaire* fut déposé.

Pendant la *seconde période glaciaire*, la vallée s'enfonça de plus en plus en dessous du niveau de la mer, et alors se forma le *sable de la mer glaciale inférieur*.

Pendant l'abaissement de la fin de la période glaciaire, lorsque non seulement la vallée, mais encore les montagnes environnantes étaient au fond de la mer, se déposa l'*argile de la mer glaciale*.

Plus tard le continent recommença à s'élever; la vitesse de l'eau augmenta, du *sable de la mer glaciale supérieur* se déposa sur l'argile dont les couches supérieures commencèrent à s'éroder.

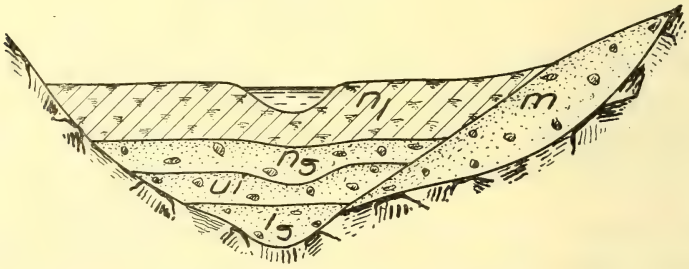


Fig. 63.

A mesure que se produisit l'élévation de la fin de l'époque glaciaire, le fleuve creusa son lit plus profondément. Enfin, aussi bien l'argile de la mer glaciale que le sable de la mer glaciale supérieur avaient été complètement érodés, et le lit du fleuve se trouva dans le sable de la mer glaciale inférieur.

Pendant l'abaissement *postglaciaire* se déposèrent d'abord le *sable de la mer du Nord* et l'*argile de la mer du Nord*.

Pendant la période de *relèvement postglaciaire* se forma de nouveau du *sable de la mer du Nord*, dont seuls des restes épars subsistent. Le fleuve s'enfonça davantage dans l'argile de la mer du Nord qui forme son lit actuel (fig. 63).

Comme produit final de l'action de ces forces géologiques reste donc une couche puissante d'*argile de la mer du Nord* qui remplit la vallée à une profondeur de 30 à 40 mètres [1]. La sablonnière de la figure 61 est une vieille *moraine* qui, sous l'argile, se confond avec du *sable de la mer du Nord*, du *sable de la mer glaciale inférieur* et du *sable interglaciaire*.

Conditions hydrologiques.

Dans les premières explorations (1889-1890), une couple de forages avaient été pratiqués au bord du Göta Elf, l'un à l'embouchure de la rivière de Lerje, l'autre sur la rive opposée du fleuve. Dans les deux puits, l'eau souterraine monta au même niveau : $5^{m}5$ au-dessus du niveau moyen de la mer. Le sol était à 1 mètre et l'eau se trouvait donc sous pression artésienne. Comme les échantillons d'eau examinés furent considérés comme inutilisables (p. 305), on ne fit aucune évaluation du débit du courant.

On avait néanmoins fait une observation intéressante. Dans la sablière ci-dessus nommée (fig. 61), le sable avait été enlevé au niveau de l'eau souterraine. Ce niveau était, à quelques décimètres près, le même que la hauteur piézométrique de la montée de l'eau dans les puits artésiens. Lorsque l'eau s'écoula hors des puits, la surface de l'eau descendit dans la sablière. Il fut ainsi prouvé que la sablière était en communication directe avec le sable aquifère qui se trouvait sous l'argile.

Lors des explorations subséquentes (en 1895-1896), il s'agit avant tout de se rendre compte de la nature du courant souterrain au point de vue de la quantité et de la qualité. Il était clair, de prime abord, qu'on ne pouvait compter sur un débit considérable. La vallée du Göta Elf se compose, pour la plus grande partie, de roche et d'argile sur

---

[1] Plus bas vers l'embouchure, où l'argile a une profondeur de plus de 100 mètres, ses couches inférieures consistent probablement en argile de la mer glaciale.

lesquelles l'eau s'écoule vers le fleuve, et les surfaces d'infiltration propre sont limitées à quelques collines de moraines perçant à travers l'argile et de même nature que la sablière de Lerjeholm.

Mais déjà au commencement il était clair que le débit naturel pourrait être augmenté artificiellement par infiltration de l'eau du Göta Elf.

Le but des explorations était donc de déterminer :

1° La quantité et la nature de l'eau souterraine naturelle;

2° L'aptitude de la sablière au rôle de bassin d'infiltration.

L'eau souterraine naturelle.

La planche 1 montre une esquisse du plan du terrain exploré, avec l'usine du service d'eau construite en 1893. P est la station de pompage, F_1 et F_2 sont deux bassins de filtrage couverts.

Entre l'usine et la rivière de Lerje on exécuta cinquante-quatre forages. Les puits avaient 50 millimètres de diamètre et avaient été forés au moyen d'un jet d'eau. La profondeur de l'argile et du sable était très variable, comme le montre le profil des forages planche 2, pris par les puits *a* entre la sablière S et le fleuve. La partie de sable supérieure isolée est probablement du sable déposé au cours du relèvement post-glaciaire. La nature géologique de l'argile et du sable sis plus profondément a été indiquée précédemment.

On épuisa les puits *b* situés au bord du fleuve en laissant l'eau s'écouler librement à la surface du sol pendant la période du 28 novembre 1895 au 4 juin 1896. Le débit avait, au début de janvier, diminué à 8l6 à la seconde et resta constant pendant les cinq mois subséquents. Le niveau de l'eau dans le puits d'observation *c* était, avant l'épuisement, + 5.1, pendant janvier-juin, 3.6.

La hauteur piézométrique du courant artésien en aval des puits avait donc diminué de 1^m5 pour un épuisement de 8.6 sl. Nous appliquerons alors l'équation (23) et posons

$$8.6 = c \,.\, 1.5,$$

d'où nous tirons $c = 5.7$.

Le *débit spécifique du courant* dans une section transversale dans le puits *c* est donc 5.7 ou, en chiffres ronds, *5 litres à la seconde*, et son débit total est obtenu par l'équation (24) :

$$Q = 5 \times 5.1,$$

ou, en chiffres ronds, *25 litres à la seconde.*

La teneur en chlore déterminée dans tous les puits fut trouvée varier entre 50 et 400 milligrammes. Le puits *d*, foré près de l'usine où le sable était formé de grains très fins, fit exception. L'eau y était impropre à la boisson, avec une teneur en sel dépassant certainement 1 %. La raison de ce phénomène était probablement que le mouvement de l'eau y était trop minime pour que le sel de mer, enfermé lorsque le sable se déposa, eût pu être emporté (p. 250).

La teneur en ammoniaque variait entre $0^{mgr}5$ et 5 milligrammes.

La teneur en fer se limita aux puits *e* des deux côtés de la rivière Lerje. Le premier contenait 2 milligrammes, le second $0^{mgr}5$, de fer pur. L'eau de ces deux puits avait un goût et une odeur marqués de fer et laissait à la sortie un dépôt d'ocre. Les autres puits pouvaient être considérés comme libres de fer, l'eau étant entièrement claire et sans goût.

Enfin il est à noter que l'eau examinée au point de vue bactériologique fut trouvée complètement stérile, que sa température était de 9° C. et que quelques puits émettaient une odeur marquée d'acide sulfhydrique.

Le résultat de cette première série d'explorations était donc peu favorable. Dans une des plus grandes vallées de la Suède, le courant souterrain ne débite à la seconde que 25 litres d'eau, contenant jusqu'à 400 milligrammes de chlore et 5 milligrammes d'ammoniaque. L'aire de la coupe transversale du courant peut être estimée à 20 000 mètres carrés, dont 20 % ou 4 000 mètres carrés représentant la somme des ouvertures par lesquelles coule l'eau. La vitesse véritable du courant (p. 259) sera alors de $0^{m}5$ par vingt-quatre heures, c'est-à-dire qu'une particule d'eau mettra six ans à parcourir 1 kilomètre.

L'*infiltration dans la sablière* commença le 5 juin 1896 et se continua sans interruption pendant deux mois. L'eau fut introduite par la gravitation d'un étang de moulin dans la rivière de Lerje (pl. 1). Pendant les premiers jours, lorsque la surface de l'eau souterraine se trouvait encore sous le fond de la sablière, l'infiltration fut de 14 500 mètres cubes par vingt-quatre heures, mais après que la surface de l'eau dans la sablière fût montée au niveau le plus bas du sol environnant, = 7, le sol ne put plus recevoir qu'une masse d'eau constante, s'élevant à 1 360 mètres cubes par vingt-quatre heures. De cette quantité une partie s'écoula par les puits artésiens, une autre partie s'écoula dans le sens naturel du courant. Pendant l'état de débit constant, les puits fournirent une masse d'eau constante de 19.1 litres au lieu de 8.6 litres

pendant la première période d'exploration, et le niveau de l'eau dans les puits d'observation était également constant = 4.3 ou 0^m7 plus élevé.

Le débit des puits avait augmenté de		10,5 litres.
Celui du courant de.	0,7 . 5,7 =	4,0 »
L'augmentation totale était de		14.5 »

ou 1 250 mètres cubes par vingt-quatre heures, soit seulement 8°/₀ de moins que la quantité infiltrée, ce qui peut être considéré comme concordant assez bien.

Lors de l'infiltration de 1 360 mètres cubes, l'eau se répandait sur une surface de 65 mètres carrés. La vitesse d'infiltration était alors

$$\frac{1\,360}{65} = 20 \text{ mètres par vingt-quatre heures.}$$

La surface de l'eau dans un puits tubulaire dans la sablière était à 6^m5, soit 0^m5 sous le niveau de l'eau au-dessus du sable. A une vitesse d'infiltration de 1 mètre par vingt-quatre heures correspond alors une hauteur de pression de

$$\frac{0,5}{20} = 0^m025.$$

A la fin de la période d'infiltration, la température de l'eau était :

Dans la sablière	+ 22°5 C.
Dans le puits tubulaire près de la carrière	+ 15°5 »
Dans un puits tubulaire à 150 mètres de la carrière .	+ 14°5 »

La quantité d'eau constamment infiltrée — 1 360 mètres cubes par vingt-quatre heures — s'était dans le sous-sol répandue de divers côtés et l'on ne pouvait par conséquent évaluer exactement le rapport entre la vitesse du courant et sa pente.

Néanmoins on jugea convenable, en vue d'une installation définitive, de placer les puits à environ 200 mètres de distance de la carrière, ce qui, eu égard à la profondeur de la couche de sable (pl. II), devait suffire à l'amendement de l'eau infiltrée. Le résultat le plus important de l'exploration fut celui qui fut acquis au commencement de la période d'infiltration, savoir qu'une grande quantité d'eau avait pu s'infiltrer avec une faible perte de charge.

La fabrique d'eau souterraine.

Celle-ci fut installée pendant les années 1897-1898. Ses dispositions générales apparaissent dans la planche III.

Les bassins d'infiltration I_1 et I_2 ont une surface de sable totale de 5 600 mètres carrés. L'eau est puisée au Göta Elf par le même conduit L_1 qui alimente les deux bassins de filtrage anciens F_1 et F_2. Le niveau d'eau le plus élevé dans ces deux derniers bassins est en moyenne à 7 mètres; dans les premiers il est, par suite de pertes de charge, de 0^m5 plus bas ou à 6^m5. Le fond des bassins d'infiltration est à 5^m5 et se compose, à une profondeur de 0^m5, de sable fin. Les puits B_1, au nombre de vingt (*), sont reliés à un conduit collecteur L_2, par lequel l'eau coule par la gravitation vers le puits d'épuisement P_1. L'eau est débarrassée de l'acide sulfhydrique par aération et est ensuite mêlée à l'eau de F_1 et F_2.

Pendant les premières années, deux des puits fournirent de l'eau ferrugineuse qui ne fut pas admise dans le conduit collecteur, mais fut éloignée par un égout disposé le long du collecteur. La teneur en fer a néanmoins diminué avec les années, et maintenant ces puits sont également admis dans le conduit collecteur.

Les puits fournissent un débit constant de 6 000 mètres cubes par vingt-quatre heures (70 ls). Le niveau de l'eau dans un forage entre les bassins se trouve en moyenne en + 6, le niveau de l'eau *entre* les puits en + 4, *dans* les puits en + 2, dans le puits d'épuisement P_1 en + 1. Les bassins sont curés un à un, et pendant ce temps l'autre bassin fonctionne toujours, bien qu'avec un niveau d'eau plus bas. L'eau passe des bassins aux puits au bout d'environ trois mois avec une vitesse (véritable) de 2^m2 en vingt-quatre heures.

Le résultat qualificatif ressort du tableau comparatif suivant :

		Göta Elf.	Puits d'exploration *a. b.*	Puits d'épuisement P_1
		—	—	—
Température.	Degrés.	0 à 20	9	8-11
Cl	Milligr.	5,7-7,1	50-400	36-45
NH_3 . . .	»	0	0,5-5	0-0,3
Fe. . . .	»	0,1-0,3	0,1-2	0,1-0,2
Bactéries par	centim$_3$.	500 à 8,000	0	0

(*) Deux puits ont depuis été abandonnés et un puits neuf plus grand les a remplacés.

L'eau est cristalline et a un goût frais, et elle est à tous points de vue meilleure que l'eau du fleuve purifiée par les filtres F_1 et F_2. Et, eu égard au fait relaté précédemment, que la teneur en fer de certains puits a disparu peu à peu, il est aussi indiscutable que *l'infiltration a amélioré l'eau souterraine naturelle.*

Vu ce résultat favorable, la ville a décidé d'agrandir encore la « fabrique » pour une capacité quotidienne de 8 600 mètres cubes (100 sl.). Il n'y a plus de place pour de nouveaux bassins d'infiltration dans la sablière, les deux bassins anciens occupant toute la surface de son fond. L'auteur a pour cette raison élaboré un projet de construction de deux bassins de filtrage F_3 et F_4 avec quatre-vingts *puits d'infiltration* B_2 (pl. 3). Les bassins sont situés dans le voisinage des anciens bassins F_1 et F_2 et sont fournis d'eau du fleuve provenant de la conduite L_1. L'eau filtrée est dirigée par la conduite à pression naturelle L_3 au puits B_2, est infiltrée dans le sol, sort de nouveau par les puits B_3, s'écoule par le conduit à pression naturelle L_4 vers le puits d'épuisement P_2 et ensuite elle est pompée vers l'usine.

Après l'achèvement de cet ouvrage, commencé en 1909, on calcule que le système d'eaux souterraines se présentera à peu près comme l'indique la coupe transversale schématique de la vallée ci-dessous.

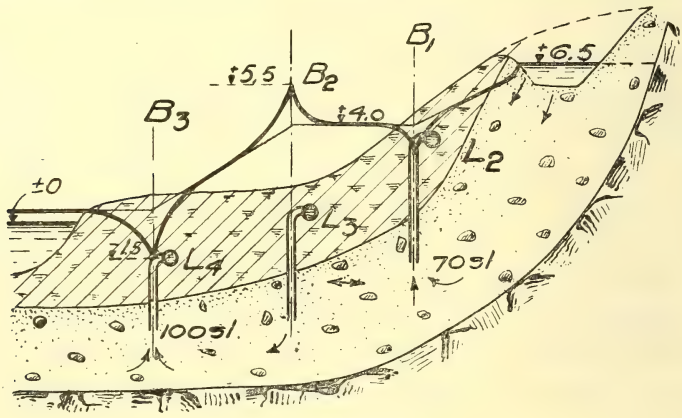


Fig. 64

Malmö.

En 1888, M. J. Jönsson commença une série de forages profonds dans les environs de Malmö. Au cours de ces forages, on étudia aussi un grand nombre de puits tubulaires enfoncés pour des fabriques

et des fermes. Les couches meubles furent constatées être des moraines, des couches de sables et d'argile de profondeur et de nature très variables. Le fond de calcaire, qui, dans le voisinage de la ville, se trouve environ au niveau de la mer, est traversé dans le sens Sud-Ouest au Nord-Est par un couloir profond de plusieurs kilomètres de largeur, dont l'étendue approximative, indiquée par Jönsson, est représentée sur la planche 4. La plupart des puits forés fournissaient de l'eau sous pression artésienne. En 1890, l'auteur fut chargé de faire des explorations définitives sous la direction de l'hydrologue connu A. Thiem, et ces explorations donnèrent les résultats suivants.

Conditions géologiques.

Les premiers forages furent exécutés à Bulltofta (pl. 4), dans le voisinage de l'ancienne usine pour le service d'eau de la ville, laquelle fournissait de l'eau filtrée prise aux rivières de Sege et de Bulltofta. Cinq puits furent creusés jusqu'à la roche calcaire, que l'on rencontra à environ 15 mètres sous la surface du sol. Le premier puits ne traversa que des moraines; dans les autres, on rencontra une couche de sable intermédiaire. Dans cinq puits à Arlöf, un peu plus profonds que les précédents, on ne trouva que des matériaux de moraines. Tous ces puits ne fournirent de l'eau que dans la roche calcaire et en faible quantité.

Enfin, on creusa à Åkarp neuf puits profonds et fournissant une eau abondante. La nature du terrain est indiquée planche 5. Tout en haut, on rencontra une couche de moraine profonde de 10 à 20 mètres çà et là intercalée de sable ou d'argile. Ensuite vinrent des couches de sable pur et d'argile plastique brune, mêlées de-ci de-là du gravier de moraine, ensuite du sable fin en couches profondes et, enfin, une mince couche de sable gros ou de gravier reposant sur la roche calcaire. Pendant le forage, on recueillit de nombreux fragments de lignite et d'ambre jaune. Le gravier du fond se composait en grande partie de morceaux de silex.

Il est à remarquer que seule la couche de sable plus profonde fut rencontrée dans tous les puits. Toutes les couches de sable et d'argile situées plus haut se présentaient très irrégulièrement à des profondeurs variées et en couches de puissance diverse.

La planche 6 montre un profil longitudinal abrégé, passant par les puits de Bulltofta, Arlöf, Åkarp, et une coupe schématique par la vallée souterraine, prise en x-y sur la carte (pl. 4).

Nous essaierons maintenant de faire comprendre, à l'aide de ces explorations, comment on pourrait se figurer le procédé de la formation géologique du sous-sol.

Le fond de calcaire se forma pendant la *période crétacée* et fut soulevé pendant la *période tertiaire* au-dessus du niveau de la mer. Le détroit d'Öresund et les Belts n'étaient pas encore formés à cette époque, et le fleuve puissant qui coulait dans la vallée de la mer Baltique actuelle (p. 229) devait, à mesure que le sol s'élevait, creuser davantage ses embouchures dans la mer. Une de ces embouchures s'ouvrait sur un bras de mer en passant par l'Allemagne du Nord actuelle, mais en même temps se creusèrent les failles traversant la Scanie méridionale et ainsi se forma de ce côté une large vallée fluviale qui, de son orifice d'entrée dans les environs de la ville d'Ystad, s'étendait dans le Nord-Ouest vers Åkarp où elle avait sa sortie. C'est cette vallée d'érosion tertiaire dont nous voyons un plan sur la planche 4 et une coupe transversale sur la planche 6. Là coulait un fleuve énorme, sur le fond duquel se déposa le gros gravier bien lavé qui fut rencontré dans tous les puits d'Åkarp.

Pendant cette période, ainsi que pendant la *période quaternaire*, le fond de calcaire de Scanie s'éleva et s'abaissa alternativement à maintes reprises. Après le dépôt du gravier de fond se produisit un affaissement du sol, la profondeur de l'eau dans le chenal augmenta, la vitesse du courant diminua, du sable et de l'argile se déposèrent. Un relèvement subséquent du sol comprit du terrain au Nord de Romele Klint, laquelle chaîne de hauteurs marque une ligne de failles extraordinairement caractéristiques; la partie méridionale de la Scanie resta à un niveau plus bas; les couches tertiaires du chenal scanien ne furent pas soumises à une érosion considérable et restèrent relativement intactes. Il est cependant évident que toutes les tentatives d'interprétation, quant à ces formations anciennes et jusqu'à présent peu connues, doivent être assez incertaines.

Vint la *période glaciaire*, au cours de laquelle la contrée au Nord de Romele Klint se trouvait beaucoup plus haut que maintenant. Le « landis » s'avança vers le Sud, dépassa Romele Klint et traversa la vallée dont les couches supérieures furent arrachées et plus tard en partie remplacées par des moraines. Ensuite vint une *période interglaciaire* pendant laquelle la couche de moraine fut recouverte de sable interglacial, et, enfin, le *courant de glace baltique* qui, tout en ayant une hauteur moindre que le précédent, suivit en revanche le chenal

dans sa longueur, par suite de quoi son effet érodant fut considérablement augmenté. Les couches de sable interglaciaire furent bouleversées, comme aussi la couche de moraine ancienne et l'argile tertiaire. Lorsque, enfin, la moraine supérieure se déposa, elle était mélangée avec tous les restes anciens qui avaient été transportés à l'état congelé et, de cette façon, avaient en partie conservé leur stratification et leur nature primordiale.

Nous supposons donc que le courant de glace baltique a creusé son lit jusqu'au point indiqué par les lignes pointillées (pl. 5), que les masses de sable et d'argile qui se trouvent au-dessus de cette limite sont des fragments de couches tertiaires et interglaciaires arrachées par la glace et déposées à nouveau, et que les couches de sable et de gravier se trouvant en dessous sont des formations tertiaires intactes.

Enfin citons un forage exécuté dans la carrière de craie de Kvarnby après l'achèvement de l'exploration principale, au cours duquel on trouva que la craie ne repose pas sur la roche calcaire directement, mais sur une couche de gravier de moraine intermédiaire. La montagne de craie est donc tout simplement un rocher erratique qui a suivi le courant de glace baltique venant des formations crétacées de la Scanie du Sud-Est et qui est un témoignage frappant de l'immense puissance d'érosion de la glace.

Conditions hydrologiques.

Dans ce qui précède, il a été dit que les forages de Bulltofta et d'Arlöf donnèrent des résultats peu satisfaisants. Dans les cinq puits de Bulltofta, répartis sur la surface d'un triangle ayant 500 mètres de hauteur et 300 mètres de base, le niveau de l'eau se trouvait en moyenne à 3 mètres au-dessus de la mer, et en épuisant de 3l8 à la seconde, le niveau de l'eau baissa de 1 mètre dans un puits d'observation voisin. Les puits d'Arlöf donnèrent un résultat encore plus mauvais.

Les puits d'Åkarp étaient au nombre de neuf, disposés le long de la ligne de chemin de fer de Malmö-Lund. La nature géologique du sous-sol apparaît dans la planche 5.

Le terrain monte de + 5 près du puits M à + 10.3 en U. L'eau provenant du gros gravier du fond monta dans tous les puits au-dessus du niveau du sol. Le niveau piézométrique en M était de + 11.75, en U de + 11.68, soit environ le même dans les deux puits extrêmes. On peut poser comme valeur moyenne pour tous les puits + 12.1. La direction principale du courant était donc perpendiculaire au chemin

de fer. En O, il y eut un affaissement autour du puits que l'on fut obligé de combler. Les puits se composaient de tuyaux en fer galvanisé ordinaire de 75 millimètres de diamètre et ayant en moyenne une profondeur de 76 mètres.

Dans la période du 7 novembre au 13 décembre 1891, on observa le niveau dans tous les puits : à partir de ce dernier jour jusqu'au 16 février 1892, on épuisa l'eau des puits M. P, R et T; le 17 février, on épuisa également N, Q, S et U. Du 29 mai au 13 juillet, on fit des expériences pour calculer le débit spécifique de chaque puits, après quoi on observa encore le niveau piézométrique le 15 octobre 1892.

La planche 7 donne un aperçu graphique des variations du niveau et du débit dans les puits S et T. La ligne supérieure indique le niveau piézométrique, la ligne moyenne le débit, la ligne inférieure le niveau de la mer qui n'a exercé aucune influence appréciable.

L'évaluation du débit que l'on peut obtenir entre M et U était basée sur le raisonnement suivant, approximativement juste.

Si tous les puits sont considérés comme un système de puits ou comme un seul puits avec plusieurs ouvertures de sortie, on peut, sur ce système, appliquer la même loi qui régit un seul puits, savoir que leur débit total augmente proportionnellement à l'abaissement du niveau dans le système.

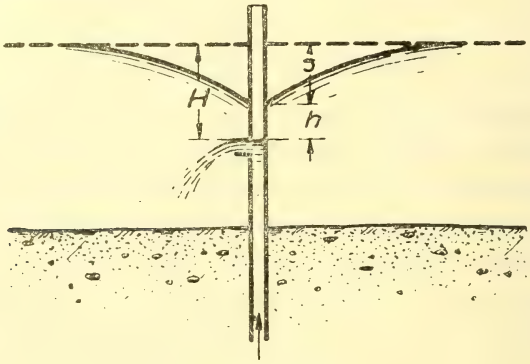


Fig. 65.

Si, par conséquent, le niveau entre M et U est abaissé en moyenne de S mètres, le débit qu'on pourra obtenir entre M et U sera

$$Q = c \cdot S,$$

où c = le débit spécifique du système de puits.

Plus on aura de puits neufs, épuisés entre M et N, c'est-à-dire plus on aura d'ouvertures de sortie en activité, plus S et Q augmenteront.

Le débit de chaque puits augmente en proportion de la hauteur du niveau abaissé de l'eau au-dessus du *niveau d'afflux* du puits (fig. 66), et on l'évalue selon l'équation

$$q = b \cdot s,$$

où b = le débit spécifique du puits.

Le niveau d'afflux se trouve à h mètres au-dessus du *niveau d'écoulement*, c'est-à-dire du niveau de l'eau dans le tuyau; h représente par conséquent la perte de charge lors de l'écoulement de l'eau par le tuyau.

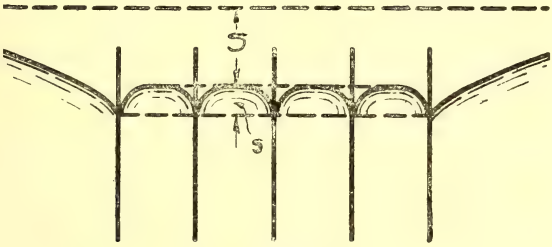


Fig. 66.

Le niveau de l'écoulement du puits ou le niveau de l'eau dans le tuyau peut être réglé à l'aide de la soupape v sur le tube de sortie. Si la soupape est entièrement ouverte, le niveau de l'eau ne se trouve au-dessus de l'ouverture qu'autant qu'il est nécessaire pour donner à l'eau sa vitesse d'écoulement; si la soupape est en partie ouverte, comme l'indique la figure 67, le débit diminuera et l'eau montera à un niveau un peu plus élevé; enfin, si la soupape est entièrement fermée, l'eau montera au niveau qui prévaut dans tout le système, c'est-à-dire un niveau qui se trouve à S mètres au-dessous du niveau piézométrique original.

Si un puits, qui pendant un long temps a fourni une quantité d'eau constante q, est subitement fermé, l'eau montera donc dans le tube H $= h + s$ mètres. Pour calculer le débit spécifique b du puits on ne peut se servir de la différence du niveau observée H, mais on est obligé d'en tirer la perte de charge h; la différence

$$s = \mathrm{H} - h$$

est l'abaissement véritable du niveau de la nappe artésienne, lequel doit être introduit dans l'équation

$$q = b \cdot s.$$

Nous relaterons d'abord les expériences faites pour évaluer le débit spécifique de chaque puits à part.

De chaque puits on épuisa l'eau pendant trois périodes, et le niveau d'écoulement fut réglé à l'aide de la soupape v. Lorsqu'on eut trouvé q constant, la soupape fut fermée et la surface de l'eau fut observée après quelques heures lorsqu'elle avait fini de monter. De la valeur observée de H on tira alors la valeur de h, évaluée selon la formule connue :

$$h = \left(1 + u + m\frac{l}{d}\right)\frac{v^2}{2g},$$

où u = le coefficient de contraction de l'afflux de l'eau dans le puits, qu'on peut poser ici = 0.5.

m = le coefficient de friction pour l'écoulement de l'eau par le puits, calculé selon la formule de Darcy :

$$m = 0{,}01989 + \frac{0{,}0005078}{d}$$

l = longueur du tube; d = diamètre.

Ainsi il a été trouvé que lorsque le puits S eut été fermé, après avoir fourni pendant douze heures un débit constant de 3.3 ls., le niveau de l'eau dans le tube monta de 1^m09. La profondeur du puits était de 74^m2, son diamètre = 0^m075. Le calcul donna

$$h = 0^m79$$
$$\therefore s = 1^m09 - 0^m79 = 0^m3.$$

Le débit spécifique du puits fut tiré de l'équation

$$3{,}3 = 0{,}3 \,.\, b$$
$$\therefore b = 11 \text{ ls.}$$

Lors de l'essai suivant,

$$q = 5 \text{ ls}$$
$$\text{H} = 2^m09$$
$$h = 1{,}79$$

s fut donc comme dans le cas précédent

$$\text{S} = 0^m3 \quad \text{et} \quad b = \frac{5}{0{,}3} = 16{,}7 \text{ ls.}$$

Ces deux résultats divers ne parurent donc pas fournir de preuve convaincante de la justesse du principe souvent énoncé, que le débit

d'un puits artésien augmente proportionnellement à l'abaissement de la surface de l'eau.

Dans la troisième expérience, on trouva

$$q = 6 \text{ ls.}$$
$$H = 2^{m}58$$
$$h = 2{,}57$$
$$\therefore s = 0{,}01$$
$$\text{et} \quad b = \frac{6}{0{,}01} = 600 \text{ ls. !}$$

Il apparut ainsi avec certitude que le calcul de h a donné de trop grandes valeurs, et que par suite s avait été évalué trop bas et b trop haut.

Pour le contrôle de la formule employée, on fit alors des expériences, au cours desquelles dans chaque puits on vissa un tube de 38 millimètres, lequel fut enfoncé jusqu'au fond du tube extérieur et ensuite servit de puits d'essai (fig. 67). Par une branche également vissée, on observa le niveau de l'eau dans le tube extérieur, et en comparant son niveau avec celui de l'eau dans le tube intérieur, c'est-à-dire le puits d'essai, on trouva la valeur de h correspondant à la perte de charge dans un puits de 38 millimètres de diamètre.

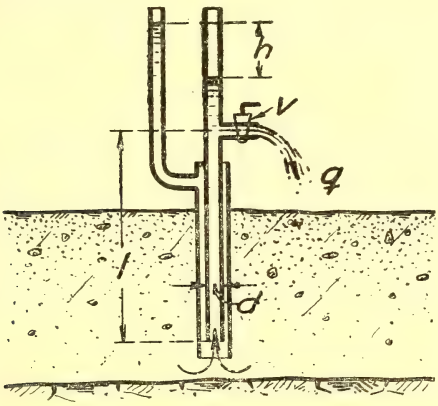


Fig. 67.

En comparant les valeurs de h calculées selon la formule de Darcy, on trouva, comme résultat moyen de vingt essais dans divers puits, que la valeur véritable de h n'était que de 55 % de la valeur calculée.

Les chiffres obtenus pour le puits S furent alors corrigés de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{Pour } q &= 3{,}3 \text{ ls} \quad \text{et} \quad H = 1^{m}09 \\ h &= 0{,}55 \quad \times \quad 0{,}79 = 0^{m}43 \\ s &= 1{,}09 \quad - \quad 0{,}43 = 0^{m}66 \\ b &= \frac{3{,}3}{0{,}66} = 5 \text{ ls.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pour } q &= 5 \text{ ls} \quad \text{et} \quad H = 2^{m}09 \\ h &= 0{,}55 \times 1{,}79 = 0^{m}99 \\ s &= 2{,}09 - 0{,}99 = 1^{m}1 \\ b &= \frac{5}{1{,}1} = 4{,}55 \text{ ls.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pour } q &= 6 \text{ sl} \quad \text{et} \quad H = 2^{m}58 \\ h &= 0{,}55 \times 2{,}57 = 1^{m}41 \\ s &= 2{,}58 - 1{,}41 = 1^{m}17 \\ b &= \frac{6}{1{,}17} = 5{,}13 \text{ ls.} \end{aligned}$$

Comme valeur moyenne de ces résultats assez concordants, on trouva pour le puits S

$$b = 4{,}9 \text{ ls.}$$

De la même façon on évalua la capacité spécifique des autres puits et l'on obtint comme valeur moyenne générale

$$b = 2{,}7 \text{ ls.}$$

Dans le dernier mois de la période 13 décembre 1891-16 février 1892, on avait pris aux puits M, P, R et T une quantité d'eau constante de 16.7 sl en tout. Le niveau dans les autres puits avait en moyenne diminué de + 12.1 à + 10.95, soit de $1^{m}15$.

Le débit spécifique du système de puits était donc

$$\frac{16{,}7}{1{,}15} = 14{,}5 \text{ ls.}$$

Vers la fin de la période 17 février-29 mai 1892, on puisa à tous les puits une quantité constante de 24.6 sl. L'abaissement du niveau de la nappe entre M et U fut calculé ainsi que pour chaque puits spécial on détermina les valeurs h et s correspondant au débit q et au débit spécifique b, c'est-à-dire la différence de hauteur H entre le

niveau d'écoulement du puits et le niveau d'eau souterraine abaissé, lequel fut trouvé être en moyenne + 10.19. L'abaissement avait alors été de

$$12^{m}1 - 10^{m}19 = 1^{m}91$$

et la capacité spécifique du système de puits fut de

$$\frac{24,6}{1,91} = 12,9 \text{ sl.}$$

Si par précaution on suppose que la capacité du système de puits est de 12 sl, on obtient, au cas où la surface de l'eau entre M et U s'abaisse au niveau de la mer, ou en chiffres ronds de 12 mètres, un débit de

$$12 \times 12 = 144 \text{ litres à la seconde ou environ } 12,400 \text{ mètres cubes par vingt-quatre heures.}$$

L'installation définitive ne fut pourtant pas faite à Åkarp, mais le long de la rivière de Torreberga (pl. 4), où le niveau piézométrique s'élevait jusqu'à + 24. L'eau est recueillie par des puits artésiens de 100 millimètres de diamètre et s'écoule sous pression naturelle vers l'usine de Bulltofta, où elle est aérée et filtrée et ainsi débarrassée du fer et de l'acide sulfhydrique. Dans l'avenir, le niveau de l'eau peut s'abaisser par épuisement aussi profondément qu'à Åkarp, c'est-à-dire au niveau de la mer. L'installation, achevée en 1900, a fonctionné d'une façon parfaite, avec une consommation journalière maximum de 11 000 mètres cubes.

Au point de vue de la qualité, l'eau présente certaines ressemblances avec l'eau artésienne de Gothembourg, mais contient une plus grande proportion de chaux et de fer. Le degré de dureté est = 14, la teneur en chlore environ 150 milligrammes, la teneur en ammoniaque 0^{mgr} à $0^{mgr}8$, la teneur en fer (carbonate d'oxydule de fer) 10 milligrammes, la température + 9° C. Après purification, il ne reste que des traces de fer et l'eau est excellente tant pour les besoins domestiques que pour ceux de l'industrie.

Upsala.

En 1875 fut établie la distribution d'eau potable d'Upsala, d'après les plans de feu le colonel J.-G. Richert. Son eau, qui est renommée pour sa pureté extraordinaire, est prise à des sources qui sourdent au

pied du géant « ose » d'Upsala, et une chute d'eau dans la rivière de Fyris, au centre de la ville, actionne la machine à pomper qui relève l'eau de source vers le réservoir placé au haut de l' « ose ». Aucun service d'eaux potables suédois n'a été installé dans des conditions techniques et hygiéniques plus favorables.

Pendant les premières années de ce service, on ne mit à contribution que la source de Saint-Erik (E sur le plan, pl. 8), dont l'eau était dirigée sous pression naturelle vers la station de pompage P située en aval du barrage D. Ensuite la prise d'eau fut étendue à la Sandkällan, S, source qui sourd à environ 500 mètres au Nord des limites de la ville. Lorsque ces deux sources ne furent plus suffisantes pour satisfaire aux besoins d'eau potable, on établit une conduite d'aspiration aux puits tubulaires A. En 1902, on fonça, après une exploration conduite par l'auteur, un nouveau puits en B.

Toutes ces sources et ces puits appartiennent à un courant d'eau souterraine coulant le long de l' « ose » d'Upsala.

L'ose d'Upsala est un des plus grands oses à pierres roulées de la Suède. Il se compose de couches de sable et de gravier dont les grains lisses et arrondis témoignent clairement qu'ils ont été jadis travaillés et roulés par de l'eau courante. L'ose s'est formé par le dépôt du gravier provenant d'un fleuve de glacier, lequel a coulé sous la nappe de glace fondante, et plus tard ses flancs ont été en partie recouverts d'argile de la *fin de la période glaciaire* et de la *période post-glaciaire*. Après que la contrée s'est soulevée au-dessus de la mer, du sable post-glacial du sommet de l'ose a été lavé et charrié sur la couche d'argile avoisinante (fig. 68).

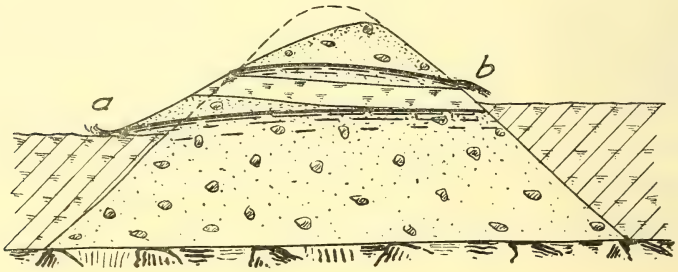


Fig. 68.

Un ose à pierres roulées de ce genre, s'enfonçant à plus de 100 mètres de profondeur en dessous du niveau du sol environnant (p. 325), agit comme un drain immense, dans lequel convergent les

filets d'eau souterraine de la contrée, en un courant collecteur coulant dans le sens de l'ose. Le niveau de l'eau dans l'ose est avant tout déterminé par le niveau de l'embouchure qui forme le point le plus haut du courant. Plus on remonte le courant et plus s'élève le niveau de l'eau souterraine dont la pente dépend de la vitesse du courant et de la porosité du sable. Si la surface de l'eau souterraine surmonte en un point quelconque la couverture d'argile environnante, il se forme une source (*a* sur la fig. 68).

Souvent le sable n'est pas bien homogène, et par-ci par-là il se trouve des couches minces de sable fin et argileux, et de cette façon il se forme un « étage supérieur » avec de petites sources en *b*.

L'ose d'Upsala apparaît fort au-dessus du niveau du sol sur la rive Est de la rivière Fyris, passe ensuite en dessous de la couche d'argile et reparaît de nouveau à l'Ouest de la rivière (pl. 8), d'abord comme un banc de sable étendu et ensuite comme une hauteur dominante que l'on peut suivre jusqu'à Ultuna, où elle disparaît de nouveau sous la rivière. On peut se faire une idée de sa puissance en comparant le sommet de l'ose à F, qui se trouve à 41 mètres au-dessus de la surface de la rivière en aval du barrage, avec le puits foré *c* près de la station de pompage, où le flanc de l'ose a été rencontré sous une couche d'argile de 100 mètres de profondeur. La hauteur totale de l'ose serait *au moins de 150 mètres.*

A Ultuna, où la rivière Fyris ne gèle jamais, l'eau souterraine se déverse évidemment dans la rivière. Près de l'hôpital d'Upsala (H sur pl. 8), une source apparaît dont la surface libre se trouve à $2^{m}5$ au-dessus de la rivière. Dans le puits foré *c*, le niveau de l'eau est à $+ 3^{m}6$, et au même niveau se trouve la surface libre de l'eau de la source Saint-Erik. La surface libre de l'eau de la source de Sandkällan se trouve à $+ 4^{m}9$ au-dessus de la Fyris.

Le courant d'eau souterraine a une surface libre entre son embouchure et la source de Sandkällan, et probablement aussi à l'Est de la Fyris, mais il est sous pression artésienne au croisement de la rivière. Les conditions hydrologiques sont indiquées par des profils longitudinaux sur la planche 9.

Les sources de Sandkällan, de Saint-Erik et de l'Hôpital appartiennent toutes au type *a* et forment, par conséquent, des déversoirs du courant principal de l'ose. En même temps apparaissent à l'intérieur et en dehors de la ville une foule de petites sources du type *b*, dont le débit est variable et peut, en certaines saisons, descendre à O.

Lors de l'exploration entreprise en 1902, on ne fit aucun épuisement d'essai et cela pour les raisons suivantes :

L'extension du service des eaux avait en vue une consommation quotidienne de 5 000 mètres cubes d'eau. Les sources et puits dont disposait le service à cette époque fournissaient 3 500 mètres cubes, et de la source de l'Hôpital venaient 1 400 mètres cubes. Si donc le niveau de l'eau souterraine était, par l'épuisement du nouveau puits B, abaissé au point que la source de l'Hôpital cessât de couler, la capacité journalière du service d'eau augmenterait à 4 900 mètres cubes ou de près de la quantité nécessaire. Mais cette source, de même que les deux autres, n'est, selon ce qui précède, qu'un déversoir partiel d'un courant souterrain évidemment de très grande puissance. Et d'ailleurs, il y avait ici un fait d'une grande importance, savoir la possibilité d'augmenter artificiellement le débit du courant. Le niveau de la nappe, au croisement de l'ose et de la Fyris en amont de la ville, est actuellement plus élevé que le niveau de l'eau de la rivière, de sorte que l'eau de la source de Sandkällan peut avoir une sortie libre avec une chute de 2 mètres. Si, dans l'avenir, le débit naturel de l'ose est capté entièrement, de sorte que le niveau de l'eau de Sandkällan s'abaisse au niveau de l'embouchure à Ultuna, c'est à dire à — 0, elle se trouvera en revanche sous la surface de l'eau de la Fyris, en amont du barrage, et *l'eau de la rivière pourra être dirigée dans l'ose.* En installant des bassins d'infiltration, on peut, de cette façon, s'assurer un débit suffisant à jamais; et une eau de rivière, introduite dans une couche filtrante profonde de 100 mètres à une distance de 1 000 mètres de la station de pompage, ne peut manquer d'être entièrement amendée.

Le puits B fut donc enfoncé sans épuisement d'essai préalable et fournit, à une profondeur de 6 mètres, 60 litres par seconde, grâce à quoi il suffit seul aux besoins de la ville. Selon les renseignements fournis, on n'a pu remarquer aucun abaissement du niveau de l'eau souterraine dans l'ose. L'eau est stérile, non ferrugineuse et de qualité supérieure.

Gefle.

En 1895, on abandonna le vieux service d'eaux de Gefle à la rivière de Gafle, et l'on installa une usine nouvelle avec des puits près de la rivière de Testebo (pl. 10). L'eau provient de l'ose de *Sätra*, un ose de pierres roulées relativement peu important, ayant 200 à

300 mètres de largeur et une profondeur d'eau de 5 à 20 mètres. Le service d'eau fut projeté pour 8 000 mètres cubes par jour.

L'ose s'étend dans la direction du Sud-Ouest au Nord-Est, et est traversé près de la ville par les rivières de Gafle et de Testebo. La première a été barrée à une hauteur de 10 mètres en aval du croisement de l'ose, la seconde est au niveau de la mer.

Au point de vue géologique, il n'y a rien de spécialement intéressant. L'ose de Sätra est un ose à *pierres roulées* typique, déposé sur une *moraine* et ensuite en partie recouvert d'argile post-glaciale (fig. 69).

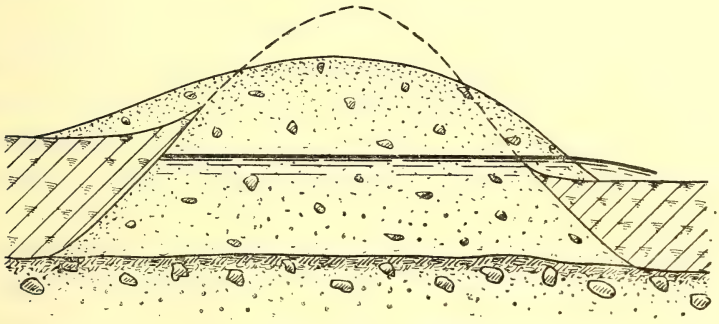


Fig. 69.

La pente du courant d'eau souterraine est indiquée par le profil longitudinal de la planche 11. Au croisement de la rivière de Gafle, le niveau de l'eau souterraine se trouve à 6 mètres en dessous du niveau de la rivière et à 3 mètres au-dessous de son fond. Lorsque le puits foré au bord de la rivière fut descendu à quelques décimètres dans l'eau souterraine, on procéda à quelques heures de pompage ; après, la température de l'eau fut trouvée mesurer + 15° C., tandis que la température de la rivière était + 23° C. Après que le puits eût été descendu à 3 mètres de plus, on obtint une eau ayant une température de + 9°. Cette circonstance semble indiquer que l'eau souterraine reçoit ici un afflux venant de la rivière. Le fond de la rivière est situé à plusieurs mètres au-dessus du niveau de l'eau souterraine, par suite de quoi aucune communication hydraulique directe n'existe, mais l'eau de la rivière s'écoule par les pores du fond et va rejoindre sous forme de filets la nappe souterraine. Par suite de la nature du gravier, en partie formé de très gros grains, cette infiltration se fait très rapidement et, par suite, les couches supérieures de l'eau souterraine montraient une température notablement élevée. En hiver, c'est probablement le con-

traire qui a lieu, en ce sens que l'eau froide de la rivière produit un refroidissement de l'eau souterraine.

Dans quelle mesure cette infiltration agit sur le débit du courant d'eau souterraine est une chose difficile à déterminer sans des observations demandant beaucoup de temps. Probablement la quantité d'eau infiltrée varie-t-elle avec la nature du fond, laquelle change à la suite de dragages, etc., souvent répétés.

Dans le voisinage du forage déjà mentionné, on creusa un puits de planches dans lequel on fit un épuisement d'essai pendant seize jours. Le niveau de l'eau du puits descendit de $2^{m}7$, et le puits fournit, après quelques jours, un débit constant de 30 ls. Dans un forage à 10 mètres du puits, le niveau de l'eau baissa de $0^{m}1$; à 20 mètres du puits, le niveau de l'eau ne fut pas modifié. Si l'on suppose que la limite d'abaissement se trouvait à 15 mètres du puits, 30 ls. mettraient à contribution une largeur de courant de 30 mètres, et le débit de la nappe serait donc de 1 ls. par mètre de largeur du courant, ou, en tout, au moins 200 ls.

Un nouvel épuisement d'essai fut fait dans un puits en planches à quelques mètres de la rivière de Testebo. Le but de ce voisinage était d'étudier la tendance de l'eau de la rivière à traverser la couche de gravier.

Pendant l'épuisement, lorsque le niveau de l'eau dans le puits descendit de $1^{m}5$, l'eau pénétra en jets énergiques à travers les ouvertures entre les planches. On pouvait alors observer la différence entre l'afflux venant probablement de la rivière et celui provenant certainement de l'eau souterraine. Le premier jour on mesura la température de l'eau venant du côté de la rivière qui fut trouvée être de $+ 14^{\circ}$, tandis que l'eau de la rivière donna $+ 15^{\circ}5$; la température de l'afflux venant du côté Ouest du puits n'était que de $+ 7^{\circ}$. Lorsque je visitai cet endroit, le 1er septembre, jour où le pompage fut poussé à 70 ls. avec une dépression dans le puits de $1^{m}7$, la température aux quatre coins du puits fut : du côté de la rivière respectivement de 9° et $10^{\circ}5$ et du côté opposé 7°.

Ce résultat démontre clairement que l'infiltration de la rivière avait déjà commencé à diminuer et permet de conclure qu'après un temps assez long d'épuisement ininterrompu, le fond de la rivière serait rendu tellement imperméable, *qu'aucune goutte d'eau de la rivière ne pourra pénétrer dans le puits.*

Le résultat concorde d'ailleurs entièrement avec l'expérience qu'on a acquise dans un grand nombre de villes qui ont basé leur service

d'eau sur le filtrage dit naturel. Seulement dans des cas très rares, on a pu, pendant un temps plus long, utiliser l'eau d'une rivière par le moyen de puits creusés le long de la rivière. En règle générale, le lit de la rivière a été complètement obstrué par des vases défiltrées de l'eau, après quoi les puits n'ont fourni que de l'eau souterraine.

A cela on pourrait peut-être répliquer que puisque l'eau impure de la rivière Gafle, comme on en a la preuve, pénètre dans l'ose, il est à craindre que la même chose ne se produise aussi à la rivière de Testebo, ce qui rendrait plutôt illusoire le bénéfice de l'installation de l'usine d'eau en ce dernier point. Mais la rivière Gafle coule avec une vitesse considérable et débarrasse ainsi assez régulièrement son lit des dépôts de vase. La rivière de Testebo communique, au contraire, directement avec la mer et coule, en général, très lentement, par suite de quoi son fond ne peut, à la longue, être libre de dépôts. Le fait que l'eau souterraine traverse sans obstacle le lit de la rivière ne doit pas être considéré comme une preuve que ce lit laisse également l'eau de la rivière passer en sens inverse. L'eau souterraine est absolument pure et sa vitesse d'écoulement est suffisante pour soulever et entraîner les particules de vase retombées au fond de la rivière. Mais dès que la direction du courant change, c'est-à-dire descend de la rivière à travers la couche de gravier, celle-ci agit comme un filtre ordinaire pour l'eau impure et partage bientôt le sort de tous les filtres qui, au bout d'un certain temps, cessent de fonctionner à moins d'être curés.

Pour cette raison, il était évident que même un puits creusé dans le voisinage de la rivière de Testebo devait, au bout d'un temps relativement court, fournir uniquement de l'eau souterraine, et point, comme on aurait pu le craindre, de l'eau filtrée de la rivière de Testebo.

D'ailleurs, il doit être remarqué ici que tant que les besoins de la ville sont inférieurs à la capacité du courant d'eau souterraine, la rivière continuera, même après l'installation du service d'eau, à recevoir de l'eau souterraine, bien que naturellement une quantité moindre que précédemment. Si le puits ou les puits sont disposés assez loin du rivage pour que la dépression ne s'étende pas jusqu'à la rivière, le courant d'eau souterraine qui se trouve en aval de la limite de dépression doit continuer, bien qu'avec une vitesse réduite, à s'avancer vers la rivière et à remonter à travers son lit.

L'épuisement d'essai donna les résultats suivants :

Au bout de neuf jours de pompage ininterrompu, la surface de l'eau dans le puits baissa de $1^{m}5$ pour un débit d'eau épuisé de 45 litres par seconde. A 20 mètres du puits, le niveau de l'eau resta invariable.

L'épuisement ayant cessé, la surface de l'eau souterraine remonta en quelques minutes à son niveau originel.

Cependant il ne faut pas oublier ici que le puits ne fournissait pas encore uniquement de l'eau souterraine, mais qu'une partie d'eau de la rivière y pénétrait toujours. A l'aide des données de température, on peut de la façon suivante se rendre compte de la composition de l'eau du puits :

La température de la rivière, au dernier jour d'épuisement, était + 14°5. Pendant la première journée d'observation, lorsque l'eau de la rivière pouvait encore presque sans résistance pénétrer dans le puits, sa température baissa pendant cette infiltration de 1°5. Si l'on suppose que le même refroidissement avait lieu continuellement, l'eau de la rivière arriverait au dernier jour au puits à une température de 14°5 — 1°5 = 13°. L'eau souterraine indiquait toujours 7° et l'eau puisée au puits 8°5, et, par conséquent, si le débit de l'eau souterraine est désigné par x,

$$x \,.\, 7 + (45 - x)\, 13 = 45 \times 8{,}5$$

d'où on tire

$$x = 35 \text{ ls.},$$

ce qui, en supposant la largeur active du courant 35 mètres, correspond ici aussi à 1 l. par mètre de largeur du courant ou, en tout, environ 200 ls.

Au point de vue de la quantité, ce résultat ne laisse rien à désirer. Le débit peut être considéré comme entièrement suffisant, même pour les besoins accrus d'un lointain avenir.

Si d'ailleurs, par suite de circonstances que l'on ne peut guère prévoir en ce moment, le débit *naturel* de l'ose allait devenir insuffisant, on aurait un moyen efficace de l'augmenter *artificiellement*. J'ai en vue ici la grande sablière creusée dans l'ose près de la rivière Gafle (S sur la pl. 10). Son fond peut, à peu de frais, être aplani à un niveau se trouvant à plusieurs mètres *au-dessus de l'eau souterraine*, mais en même temps *inférieur à la rivière Gafle*.

Si l'on introduit dans cette tranchée de l'eau de la rivière, on aura un *filtre* excellent dont la capacité ne peut guère être inférieure au besoin total de la ville; et comme en outre ce filtre se trouve à plus d'un kilomètre de l'usine, il est évident que l'eau aura le temps dans ce parcours d'être entièrement débarrassée de toutes les impuretés et acquérir la même température égale et toutes les autres excellentes

qualités qui caractérisent l'eau souterraine naturellement infiltrée de l'ose de Sätra.

L'installation définitive se compose d'un puits d'épuisement B de 3 mètres, à fond ouvert (voir pl. 10), ainsi que de quelques puits tubulaires de 0m15 de diamètre. En pompant 110 ls., le niveau de l'eau dans le puits d'épuisement baisse au plus de 2 mètres. La température de l'eau est de + 7° C. et ses autres excellentes qualités n'ont pas changé.

Les installations ci-dessus décrites offrent des exemples typiques des conditions diverses dans lesquelles les villes suédoises se fournissent d'eau souterraine. L'auteur a exécuté des explorations hydrologiques pour trente-trois villes suédoises, dont vingt-six ont été fournies d'eau souterraine.

Örebro, Borås, Halmstad, Vesterås, Söderhamn, Falun, Södertelje, Luleå, Sala, Lidköping, Hudiksvall et Karlshamn reçoivent leur eau d'*oses à pierres roulées* ou de moraines frontales semblables à des oses.

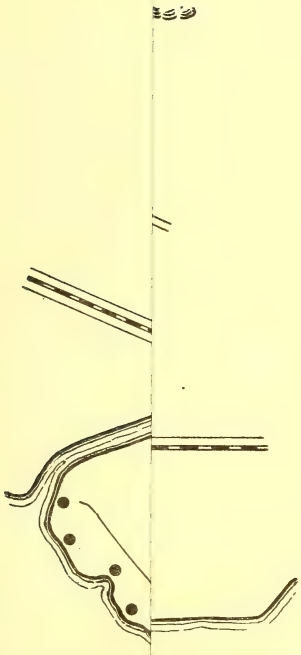
A Helsingborg, Oscarshamn, Hjo, Ulricehamn, Linköping, Falkenberg et Engelholm, les couches aquifères se composent de *sable post-glaciaire;* à Skara, Kalmar, Alingsås, Landskrona, Vestervik, Vimmerby, de *sable de la fin de l'époque glaciaire;* à Lund, Trelleborg et Ystad, de *sable de la fin de l'époque glaciaire* reposant sur *roche calcaire.* A Visby, qui est la seule ville où l'eau souterraine se trouve uniquement dans la roche calcaire, les explorations ne sont pas achevées.

A Luleå et Karlshamn, le débit de l'eau souterraine est augmenté par « filtrage naturel »; à Sala et Falun, on a recours à des bassins d'infiltration. A Örebro, Borås, Vesterås, Karlshamn, Helsingborg, Oscarshamn et Linköping, on aura probablement, dans un avenir peu éloigné, besoin de bassins de ce genre.

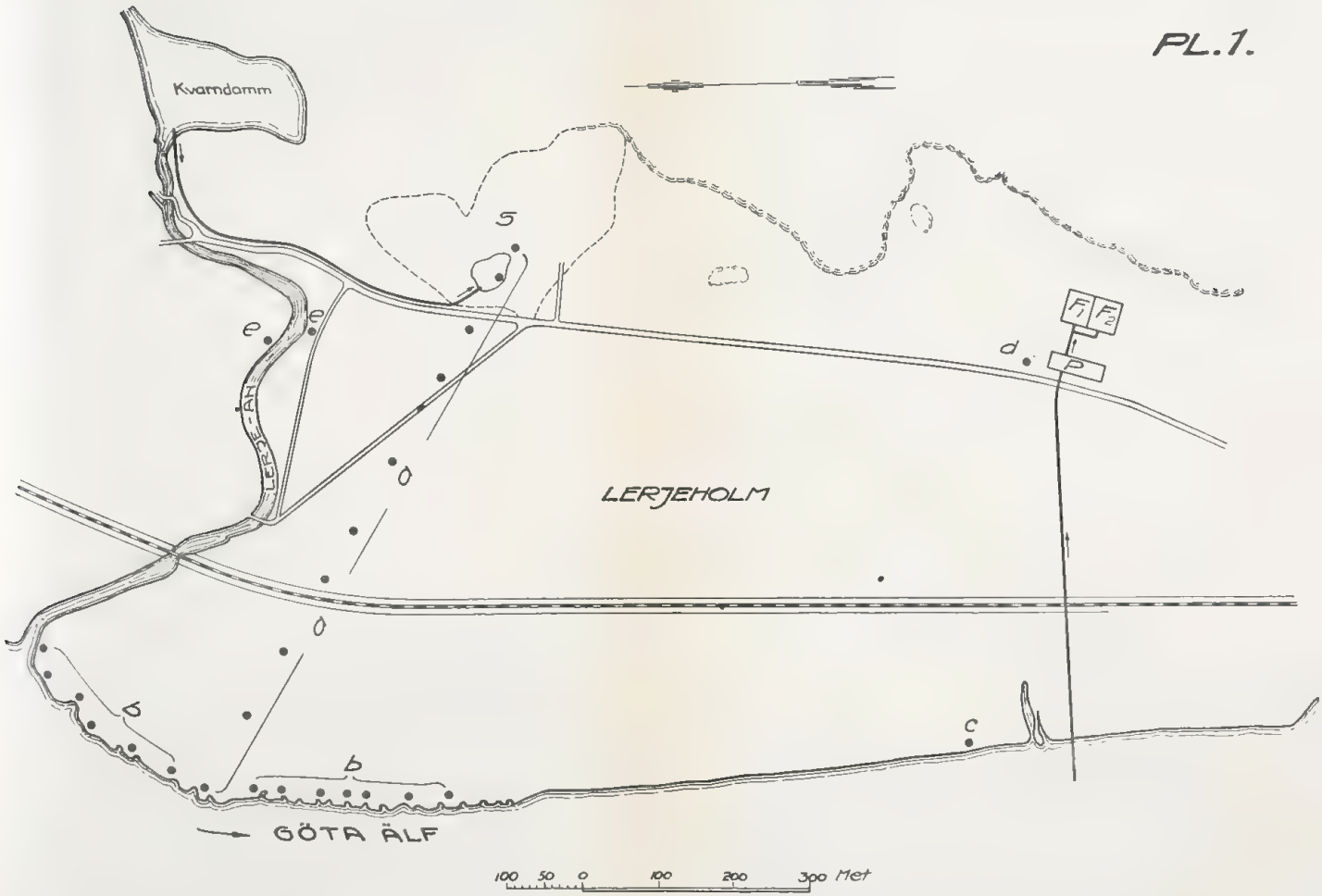
Malgré les conditions géologiques défavorables régnant, en général, dans la Suède, on a donc réussi à fournir d'eau souterraine la plupart des villes grandes et moyennes. Ceci a été possible en premier lieu, naturellement grâce à ce fait que la population des villes est relativement petite, mais en partie aussi à ce que le besoin, cette « mère des inventions », a fait paraître sur une assez vaste échelle l'application de la méthode ci-dessus décrite, d'*augmenter par infiltration artificielle le débit des courants d'eau souterraine.*

Bul XVI.

.1.



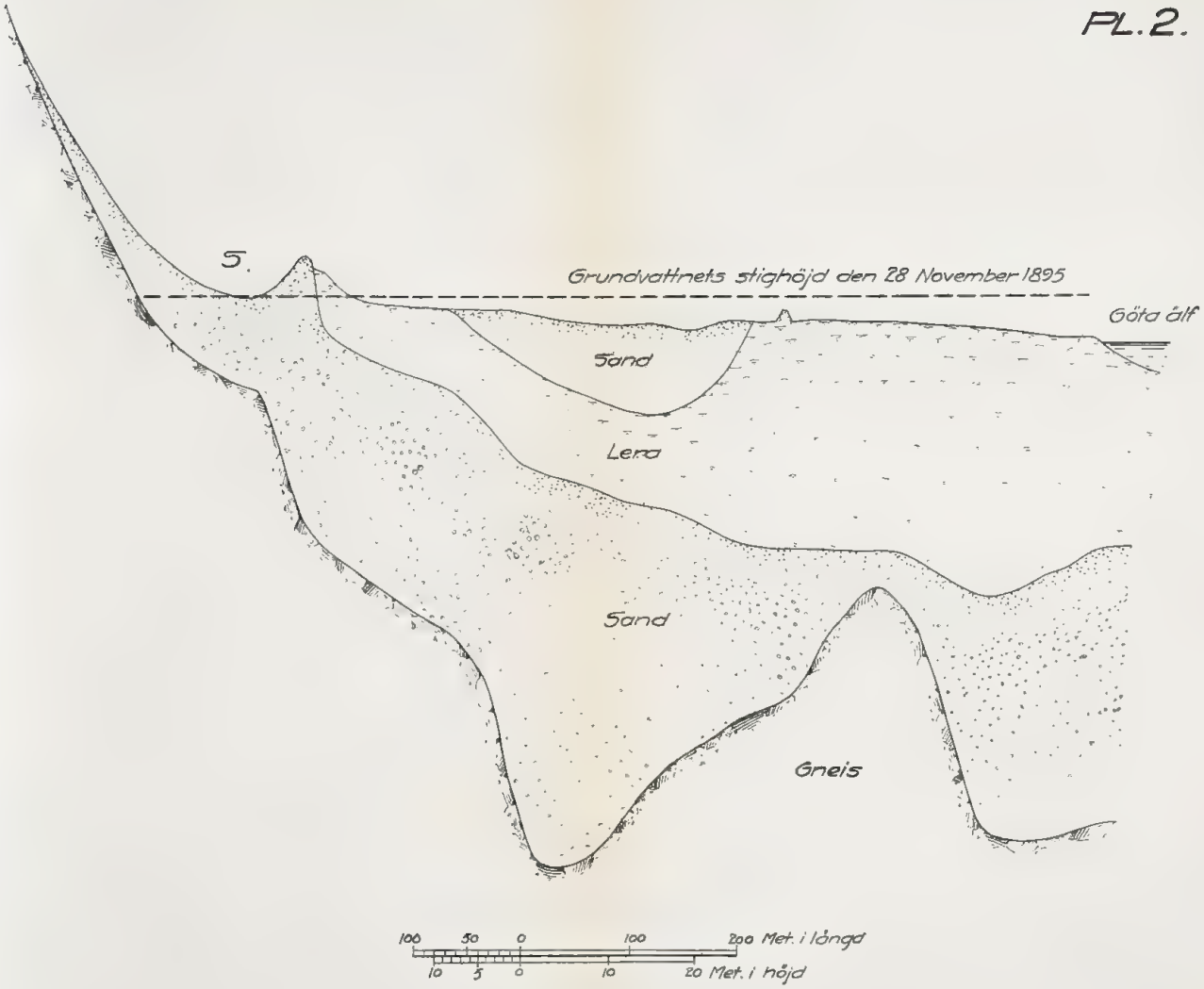
PL. 1.


Kvarndamm
LERJE ÅN
LERJEHOLM
GÖTA ÄLF
F1
F2
P
a
b
c
d
e
5
100 50 0 100 200 300 Met

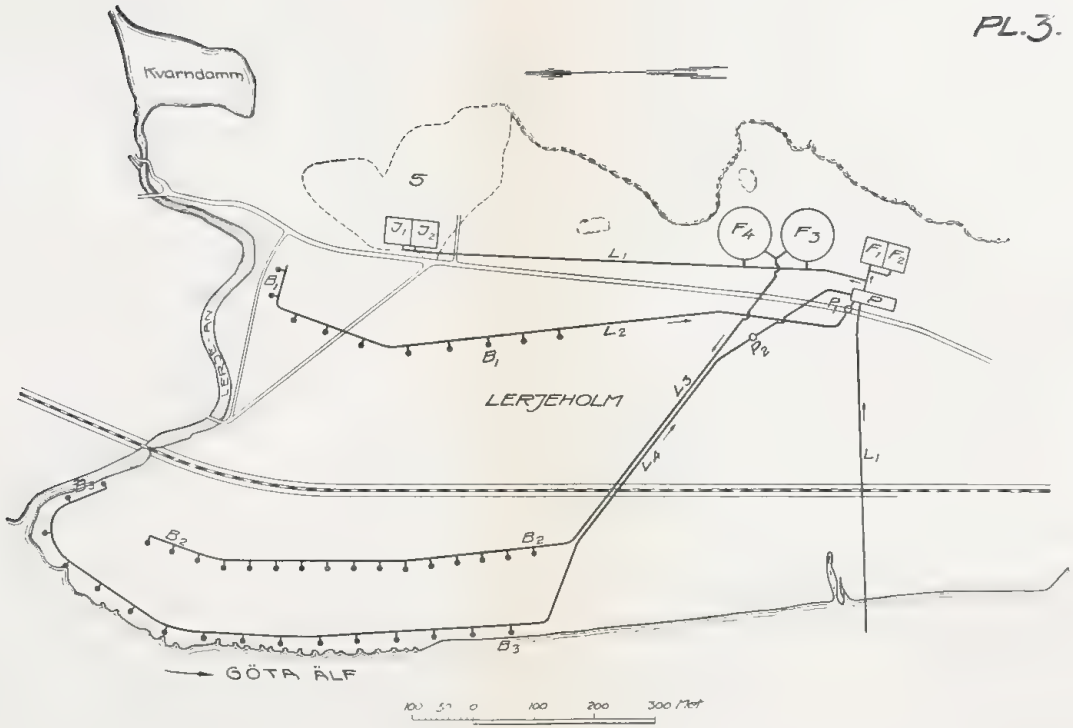
P.

Gif

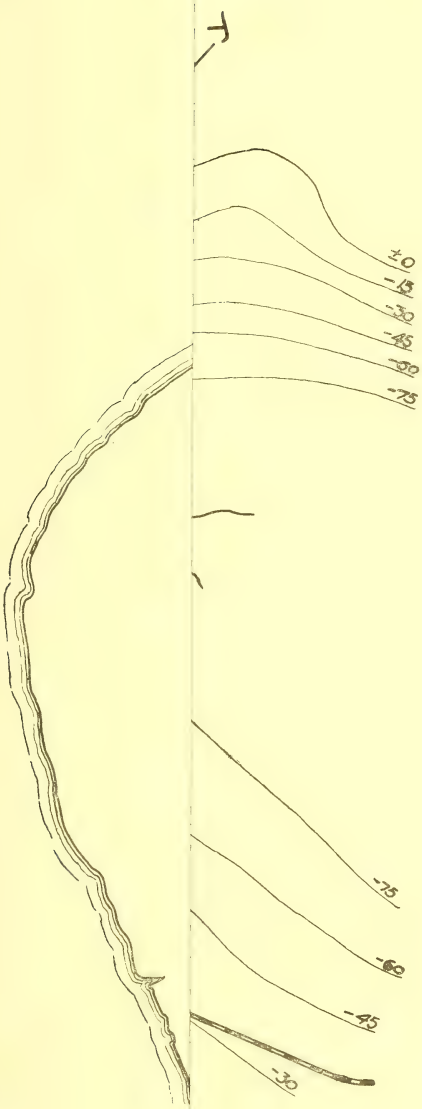
PL. 2.


5.
Grundvattnets stighöjd den 28 November 1895
Göta älf
Sand
Lera
Sand
Gneis
100 50 0 100 200 Met. i längd
10 5 0 10 20 Met. i höjd

PL. 3.


Kvarndamm
5
J1
J2
F4
F3
F1
F2
P1
P
L1
L2
L3
L4
B1
B2
B3
P2
LERJEHOLM
GÖTA ÄLF
100 50 0 100 200 300 Met

L.4.

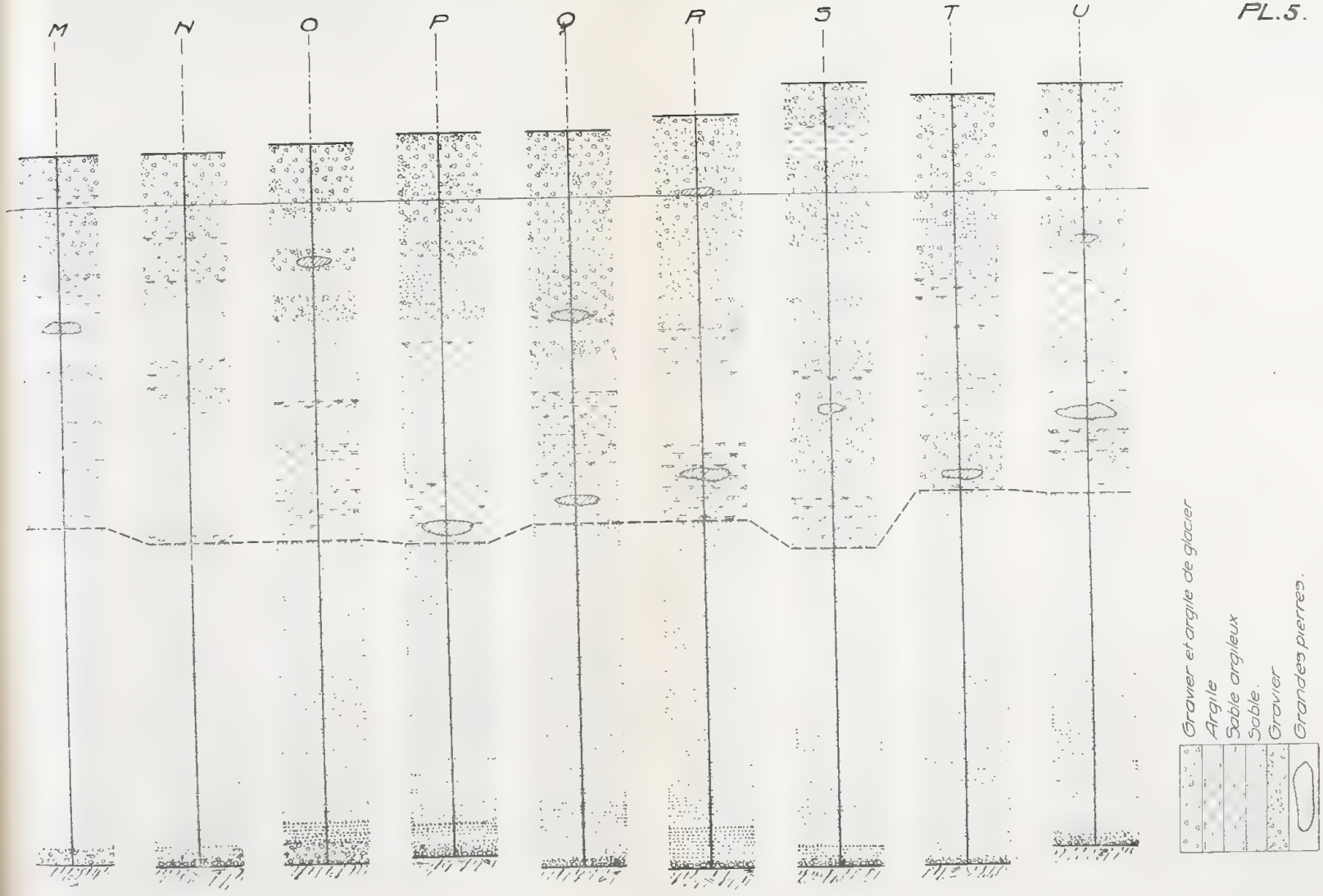


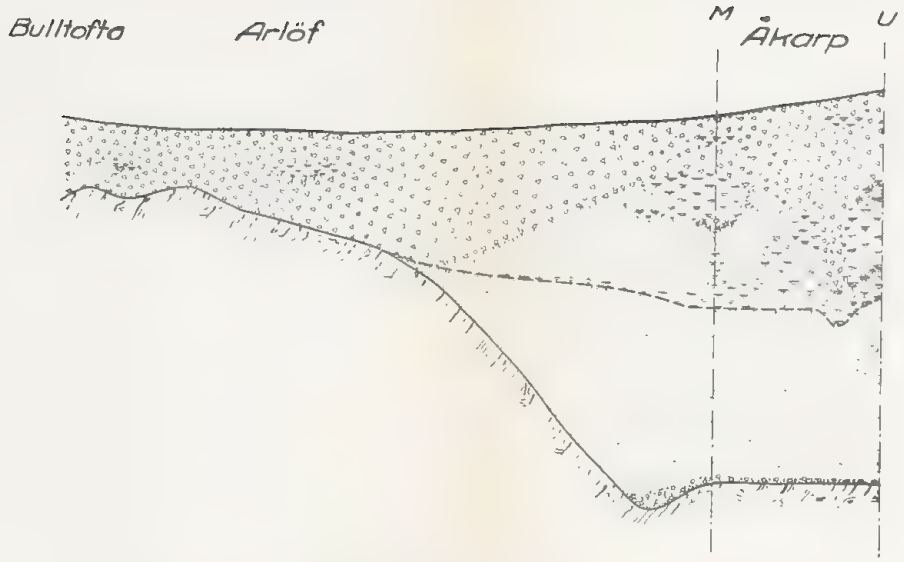
PL. 4.
Åkarp
Arlöf
MALMÖ
Bulltofta
Sege Ån
Qvarnby
Bulltoftaån
Yd dingen
met. 1000
0
5000
10000 meter

PL. 5.

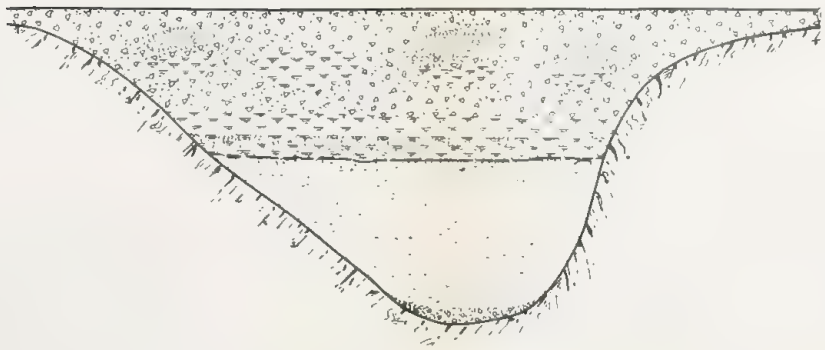
M
Gravier et argile de glacier.
Argile.
Sable argileux.
Sable.
Gravier.
Grandes pierres.

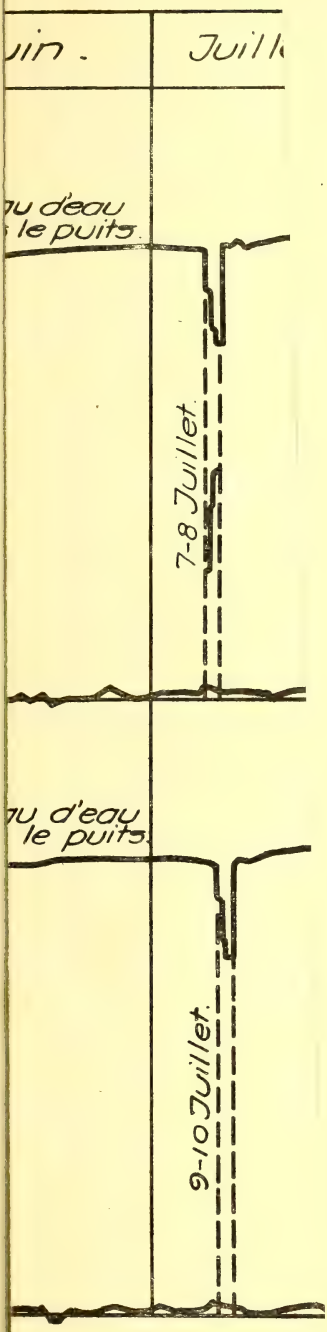
PL. 5.

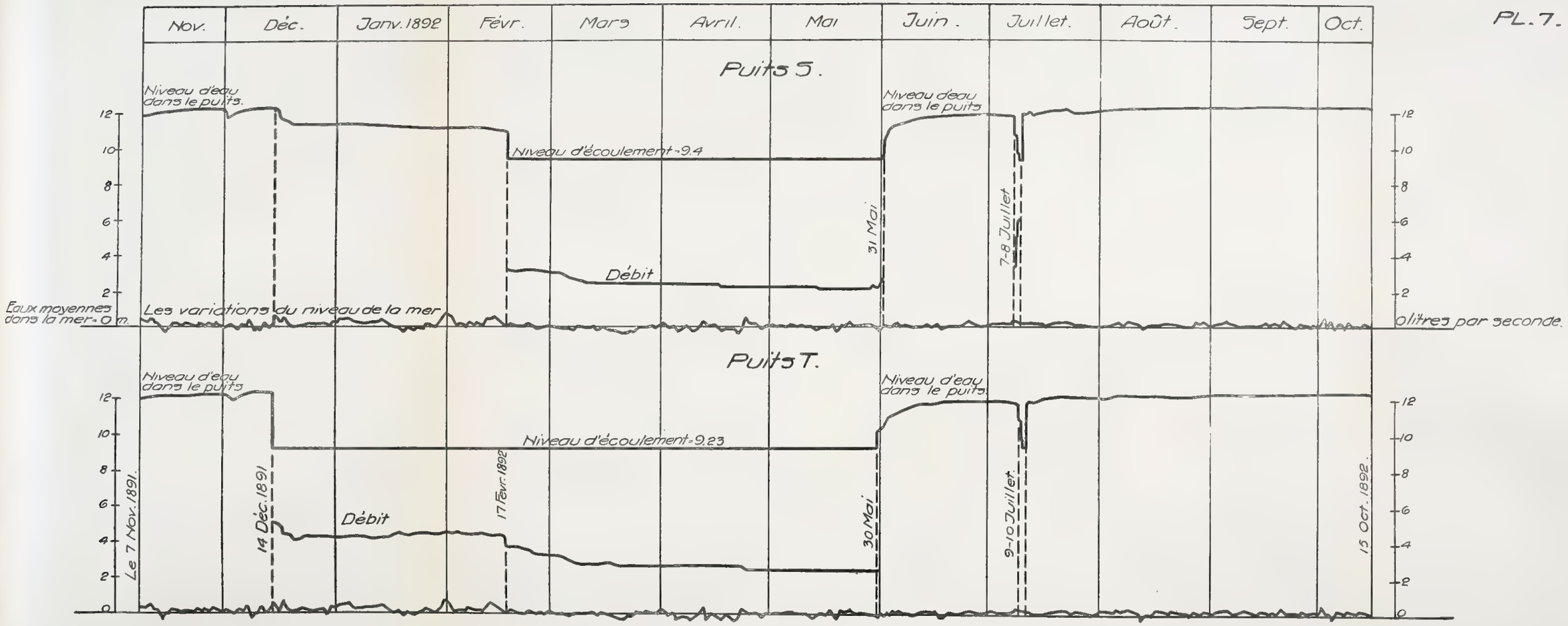

M
N
O
P
Q
R
S
T
U
Gravier et argile de glacier
Argile
Sable argileux
Sable.
Gravier
Grandes pierres.



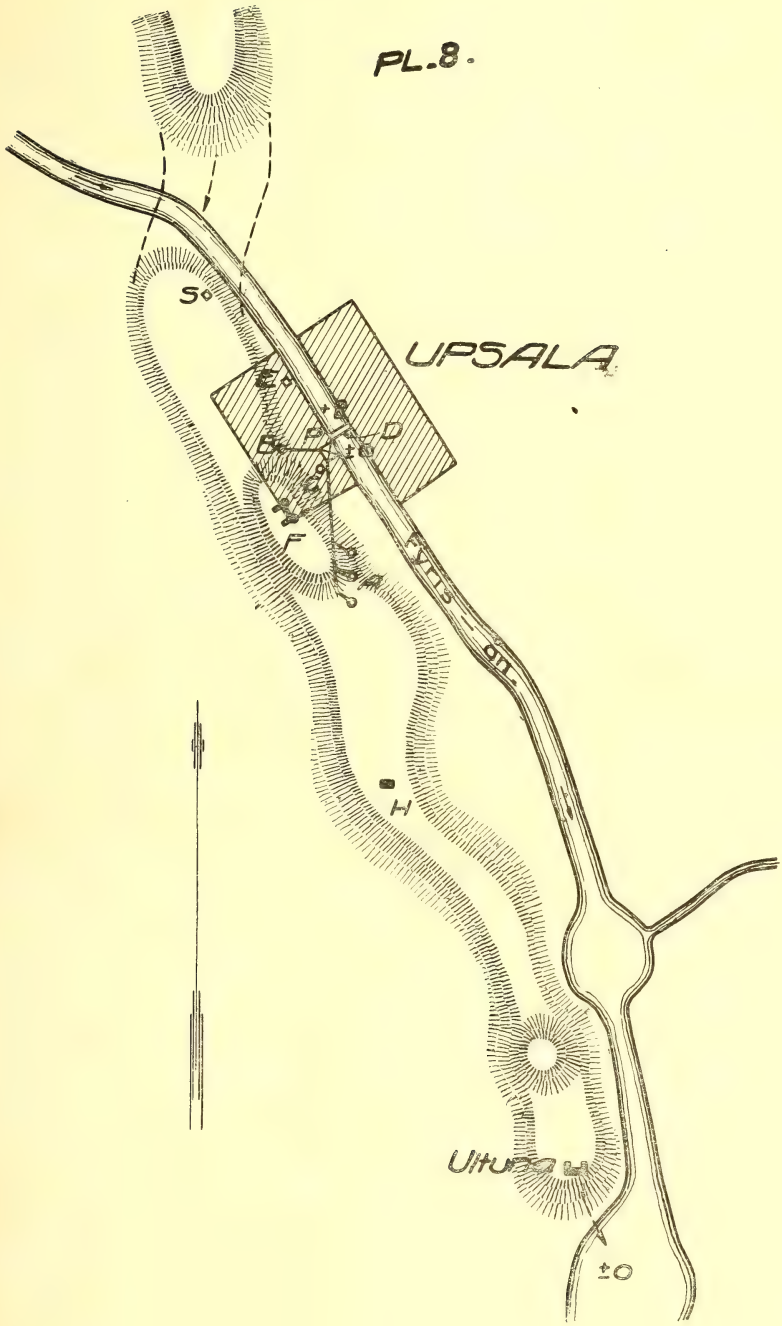
X–Y (Pl.4).



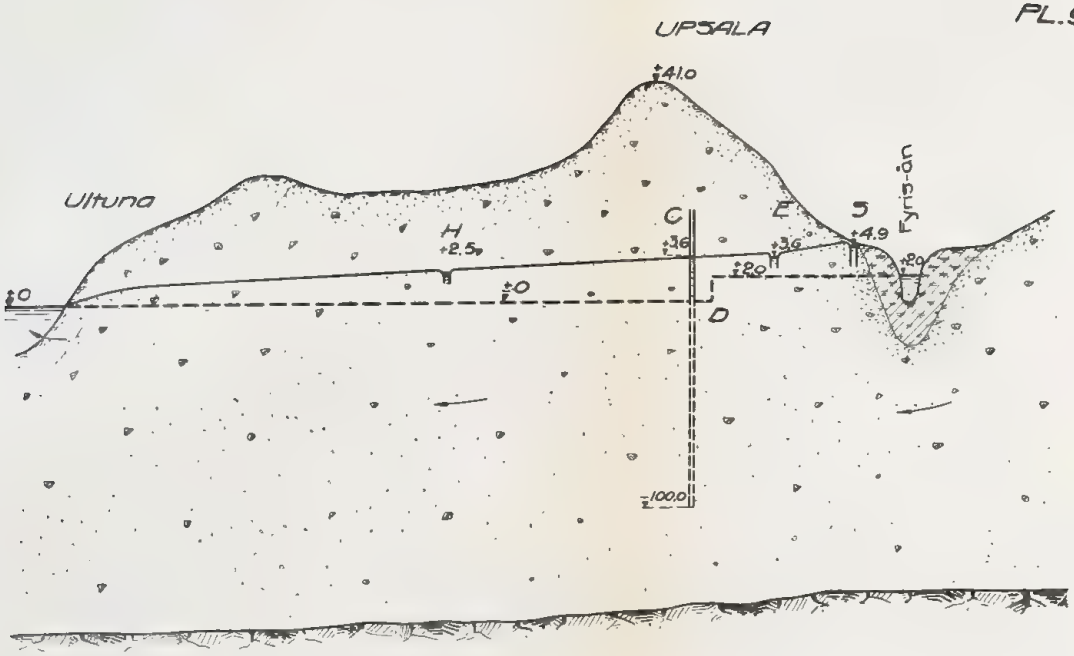

uin.
Juill
au d'eau
le puits.
7-8 Juillet.
au d'eau
le puits.
9-10 Juillet.


Nov.
Déc.
Janv. 1892
Févr.
Mars
Avril.
Mai
Juin.
Juillet.
Août.
Sept.
Oct.
Puits 5.
Niveau d'eau dans le puits.
Niveau d'écoulement = 9.4
Débit
31 Mai
7-8 Juillet
Eaux moyennes dans la mer = 0 m.
Les variations du niveau de la mer
0 litres par seconde.
Puits T.
Niveau d'écoulement = 9.23
Le 7 Nov. 1891.
14 Déc. 1891
17 Févr. 1892
30 Mai
9-10 Juillet
15 Oct. 1892.

PL. 8.



PL. 9.



Stor-
sjön.

PL. 10.

Mårdångs-
sjön.
Hillesjön
Testebo-ån
Strömsbro
B
Lexvall
Gäfle-fjärden
S
Sätra
Gafle-ån.
GÄFLE
Taflan.
Stor-
sjön.
Forsbacka
Sälgsjön
Valsjön

PL. II.

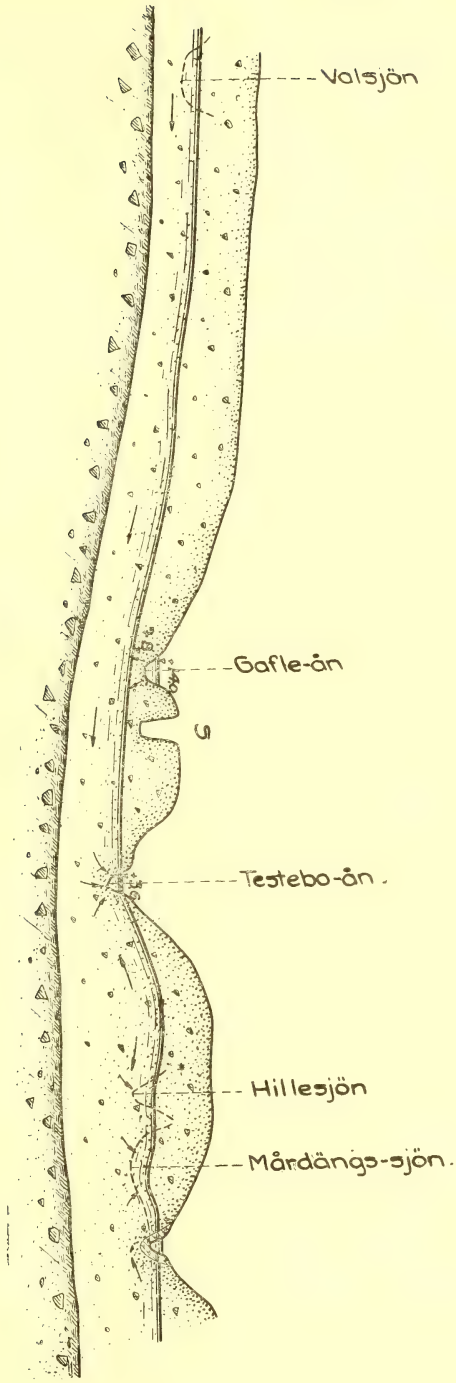


TABLE DES MATIÈRES

Pages.

AVANT-PROPOS 221

INTRODUCTION 223

Origine des eaux souterraines 223

Division du mémoire 224

CHAPITRE PREMIER.

Formation géologique de la Suède.

Aspect topographique. 225

Histoire géologique 226

Dislocation de l'écorce; décomposition de la surface 227

La Suède à l'époque tertiaire 228

Première période glaciaire 229

Période interglaciaire. 232

Seconde période glaciaire. Mer à Yoldia 233

Exhaussement post-glaciaire. Période à Ancylus. 235

Affaissement post-glaciaire. Période à Littorina 237

Dernier relèvement récent 237

Répartition des roches et des couches en Suède 238

Valeur des diverses formations au point de vue hydrologique. 239

CHAPITRE II.

Hydrologie.

Historique 242

Formation de l'eau souterraine 245

Différentes sortes de courants souterrains. 246

Nature des eaux souterraines 249

Explorations hydrologiques 252

Exploration préliminaire. 253

Explorations définitives 255
Étude de la direction et de la section d'un courant 255
Mesure du débit 258
Mesure de la vitesse 258
Évaluation de la vitesse 260
Calcul du débit par l'observation de l'abaissement du niveau de l'eau à un épuisement d'essai 276
Nappe libre indépendante du récipient 279
Nappe libre, endiguée par le récipient 282
Nappe artésienne 283
Calcul du débit par l'observation de l'élévation de l'eau lors d'une infiltration artificielle 289
Création d'eaux souterraines artificielles 295

CHAPITRE III.

Exemples de distributions d'eau.

Gothembourg 305
Conditions hydrologiques 309
L'eau souterraine naturelle 310
La fabrique d'eau souterraine. 313
Malmö 314
Conditions géologiques 315
Conditions hydrologiques 317
Upsala 323
Gefle. 326

LE
DILUVIUM DE L'ESCAUT

PAR

le Dr J. LORIÉ,
Docteur ès sciences, Privatdocent à l'Université d'Utrecht.

PLANCHES XVII ET XVIII

PRÉFACE

Les connaissances au sujet du Pleistocène belge sont dans un état un peu chaotique. Les causes n'en sont connues que de peu de personnes; j'aime à les passer sous silence et préfère y remédier en partie en donnant un aperçu de mes études et observations personnelles. Afin de faciliter l'étude de mon travail, je l'ai accompagné de deux planches et d'une bibliographie des différents travaux cités dans le texte, et je l'ai divisé en chapitres, dont le dernier fournit les conclusions auxquelles je suis arrivé. Celui-ci peut être utile aux personnes qui veulent avoir une idée du travail en peu de temps et à celles qui veulent en posséder un résumé avant de le lire à tête reposée.

CHAPITRES

PREMIÈRE PARTIE

Pages.
I. — APERÇU HISTORIQUE 336
II. — HAUTEURS ATTEINTES PAR LE FLANDRIEN PRÉTENDU MARIN 341
III. — SONDAGES DANS LES VALLÉES 343
IV. — RETRAIT FINAL DE LA PRÉTENDUE MER FLANDRIENNE. FERMETURE DE LA VALLÉE GANTOISE 366
V. — LES ENCHAÎNEMENTS DANS LE MONDE ... DES FAUSSES HYPOTHÈSES . . 373
VI. — AUTRES DÉPÔTS D'EAU DOUCE PLEISTOCÈNES 385

SECONDE PARTIE

VII. — LE DILUVIUM DE L'ESCAUT 395
VIII. — RÉPARTITION VERTICALE DU PLEISTOCÈNE EN NÉERLANDE 403
IX. — CONCLUSIONS 407
X. — BIBLIOGRAPHIE RÉCENTE 410

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE Ier.

Aperçu historique.

En 1839, le Diluvium actuel fut distingué pour la première fois en Belgique par A. H. Dumont (1) (1), toutefois, comme terme récent de l'échelle tertiaire. Il en dit, page 481 : « Le système campinien est composé principalement de sable pur. Dans certaines parties de la Campine, il existe des dépôts caillouteux considérables; il est à remarquer que ces blocs et ces cailloux sont pour la plupart formés par des roches quartzeuses, semblables à celles du terrain ardoisier des Ardennes.

» Le système campinien occupe la région au Nord du Démer, la plus grande partie de la province d'Anvers et la partie septentrionale des Flandres. La plus grande partie est dépourvue de fossiles; on peut y rapporter certains dépôts des environs d'Anvers, qui se distinguent des sables glauconifères diestiens par leur composition et leurs débris organiques. »

Dix ans plus tard seulement, Dumont (2) introduisit le terme de « Quaternaire ». « Les terrains quaternaires ont été formés à la suite d'une révolution qui donna à nos côtes une direction du Sud-Ouest au Nord-Est. Je les divise en deux systèmes, que je nomme « Diluvien » et « Moderne ». Le système diluvien offre, à sa base, vers la Meuse et le Rhin, un dépôt caillouteux et des blocs erratiques venant de l'Ardenne, du Condroz, du Hundsrück, etc., mais à des niveaux que les deux fleuves n'atteignent plus actuellement. A mesure qu'on s'éloigne de ces rives diluviennes, les cailloux perdent de leur grosseur, leur dépôt diminue d'épaisseur et finit par disparaître.

» La partie supérieure occupe une étendue considérable et se compose de deux roches principales, limon hesbayen et sable campinien.

---

(1) Les nombres entre parenthèses renvoient aux nombres correspondants de la Bibliographie.

La seconde est une formation marine horizontale, produite au détriment de diverses roches tertiaires par le balancement des eaux. »

La majeure partie du Pleistocène est donc reconnue comme d'origine fluviale, la moindre partie est considérée comme ayant une origine marine. Pourtant tout argument un peu concluant en faveur de cette hypothèse marine est négligé, il est dit seulement : « il en est ainsi ».

Nous trouvons le motif probable de cette opinion dans une note de d'Omalius d'Halloy (5, p. 548) : « Je trouvais qu'il est contraire aux lois de l'hydrostatique d'admettre que ces eaux avaient déposé du limon dans une partie moins avancée de leur cours, en même temps que, plus loin, elles déposaient du sable, d'autant plus que Dumont n'appuyait son opinion [1] que sur la liaison qui existe entre ces deux dépôts, le long de la limite qui sépare les contrées qu'ils recouvrent. Maintenant, je dois avouer que mon objection se trouve ébranlée, depuis que M. Staring a émis l'opinion que les sables campiniens, qu'il range dans son *Zanddiluvium*, sont dus à un *phénomène différent* de celui qui a transporté les cailloux ardennais. »

Je pense que Dumont a également senti le besoin d'expliquer par un *phénomène différent* le synchronisme prétendu entre le limon hesbayen et le sable campinien et qu'il a cru pouvoir résoudre la difficulté en supposant — assez logiquement — une origine marine pour le sable campinien.

D'Omalius d'Halloy (5) n'accepta le terme de Quaternaire qu'en 1862. A ses yeux, la partie inférieure, le Diluvium, s'étend non seulement dans les vallées de la Meuse et de ses confluents de l'Ardenne (*A*), mais aussi sur les portions peu élevées des plateaux qui bordent ces vallées, notamment sur les parties orientales de la Hesbaye et de la Campine (*B*). Il se continue plus loin même, car (*loc. cit.*, pp. 547 et 548) « dans la Campine et dans une partie de la Flandre, le dépôt caillouteux est accompagné, et souvent recouvert, par des sables désignés par Dumont par l'épithète de campiniens ».

Il y ajoute finalement (*C*) les cailloux qui se trouvent plus à l'Ouest (de la Hesbaye) sur le Tertiaire, quoique ce soient principalement des silex non mêlés à des roches ardennaises. Ces dépôts sont peu nombreux et souvent interrompus.

Dewalque (6) arrive à des conclusions semblables et distingue, dans le Diluvium, trois termes d'âge assez égal.

---

[1] Du synchronisme du limon hesbayen et du sable campinien.

A (p. 238). Le *silex et cailloux* ou *Diluvium* de Dumont s'observe fréquemment sur les flancs des vallées, à une hauteur bien supérieure à celle de nos plus fortes inondations. Sur les rives de la Meuse, cette assise caillouteuse est formée par le Diluvium à cailloux roulés ardennais.

B (p. 239). « Au Nord de Maestricht, ce Diluvium s'étend dans le Limbourg, sous le sol de la Campine, où il se montre au jour dans cette série de collines qui séparent le bassin de la Meuse de celui de l'Escaut, et s'étendent, de Lanaeken, d'une part à Beverloo, de l'autre à Neeroeteren et Brée, limitant la vallée de la Meuse. Ce Diluvium caillouteux (p. 243) passe sous le sable campinien, et nous considérons les graviers et cailloux plus volumineux, ordinairement des silex à l'Ouest, qu'on trouve dans les dépressions (sous ce sable campinien) comme le prolongement, dans la partie occidentale de notre pays, de cette formation (p. 250). »

C (p. 245). « Les silex roulés, de la grosseur d'une noix à celle d'un œuf, irrégulièrement stratifiés et alternant avec des couches, également irrégulières, de sables plus ou moins grossiers. Ces cailloux ne figurent pas sur la carte (de Dumont), puisqu'ils sont recouverts de limon. Nous les plaçons néanmoins au même niveau, avec les cailloux sur lesquels repose le sable campinien. »

Chez Dumont, on ne voit rien d'une bipartition du Pleistocène de la Campine; d'Omalius en parle en passant, Dewalque émet des idées plus nettes (*loc. cit.*, p. 241-3). « Le sable campinien de Dumont est formé de sables divers; il ne renferme, sur les parties unies, que des graviers de petits cailloux roulés de quartz blanc ou de silex noirâtre, qui dépassent rarement le volume d'un pois, mais, dans les dépressions, on trouve des cailloux roulés plus volumineux. Nous considérons (p. 250) le dépôt campinien, sables et cailloux, comme l'atténuation des cailloux et des sables que l'on rencontre sous le limon de la Hesbaye. »

Cette bipartition trouva peu à peu accès dans la science, mais les explications théoriques de cette division nous paraissent actuellement parfois assez curieuses.

Une hypothèse éolienne pour la partie supérieure n'eut qu'une existence éphémère. Elle fut émise en 1866 par Godwin-Austen (4), acceptée par MM. van den Broeck et Cogels (8) pour les sables supérieurs, non stratifiés, visibles en 1877 dans les travaux du Fort de Merxem, au Nord d'Anvers. Elle fut combattue avec raison par Winkler (10) en 1878, qui considérait ces dépôts comme marins. Cette dernière hypothèse fut appliquée en 1879 par MM. van den

Broeck et Cogels (12) pour la partie inférieure. Ils se basèrent principalement sur les dimensions des cailloux, en comparaison de ceux de la Meuse. Winkler (*loc. cit.*) considéra cette partie avec raison (p. 35) « comme un lit de diluvium méridional, apporté jadis par des rivières, et dont il faut chercher l'origine dans l'Ardenne et le Condroz ». Cette manière de voir explique suffisamment les dimensions différentes, plus considérables en amont qu'en aval.

En 1881 (26), MM. Rutot et van den Broeck dirent « qu'en Belgique, il est acquis que les dépôts quaternaires peuvent se diviser en trois groupes » :

1° « Le Diluvium ancien, qui s'est formé *avant le creusement* et l'approfondissement *des vallées* » ;

2° Le limon hesbayen ;

3° Les sables et argiles de la Campine (système campinien de M. Mourlon). « Ce dépôt, *d'origine marine*, se compose de sables stratifiés vers le bas, non stratifiés vers le haut, la base du système étant nettement indiquée par une ligne de ravinement avec graviers et galets de nature et d'origine très variées. »

L'année suivante, en 1882, M. van den Broeck (27) exprima « sur l'origine *marine* du Campinien *inférieur* des doutes qui résultèrent de la présence, en plusieurs points, de coquilles terrestres et d'eau douce, de l'aspect et de la nature des cailloux et graviers, ainsi que des débris divers remaniés qui en constituent la base. Il croit, en conséquence, que la thèse d'une sédimentation marine ne peut plus se soutenir et qu'elle devra faire place à celle d'un alluvionnement d'eau douce. »

Il garda cette manière de voir en 1883 (28, p. 6) dans ces mots : « Dans les Flandres, le Campinien, en tant que formation marine, devra sans doute également faire place, au moins en grande partie, à des alluvions fluviales. » Et, page 4 : « Ce Diluvium caillouteux ancien de la Meuse ne peut être séparé, ni comme âge ni comme origine, du sable meuble campinien, entre les zones duquel ces amas caillouteux sont d'ailleurs parfaitement visiblement intercalés. Le tout, cailloux et sables campiniens, représente, et cela *dans une aire immense* en Campine, l'alluvion ancienne de la Meuse, antérieure à la dernière phase du creusement des cours d'eau. »

C'est l'ancienne manière de voir de d'Omalius et Dewalque, toujours vraie et qui n'eût pas dû être oubliée en Belgique.

En 1885 (38), la spécialisation des dépôts pleistocènes fit un nouveau pas en avant. MM. Rutot et van den Broeck distinguèrent *Q1* l'ancien Diluvium de Dumont, *Q2* le limon hesbayen, *Q3* l'ancien Campinien

de Dumont. et dans ces trois étages les assises suivantes, dont je vais m'occuper.

Q1a. Un dépôt ancien, à peine connu, d'origine plus ou moins problématique, mais plutôt marine, qui a été signalé aux environs d'Anvers par MM. van Ertborn et Cogels.

Q1c. « L'alluvion ancienne des vallées et de la plaine du Nord. Nous considérons (p. 5) comme définitivement acquis que les dépôts sableux et caillouteux de la *région orientale* de la Campine, ceux qui s'étendent largement à gauche du cours inférieur de la Meuse, se rattachent latéralement au Diluvium ancien des grandes vallées. » Je n'ai pas d'objection à y faire.

Q3. « Quant au prétendu sable campinien des Flandres et de la *Campine anversoise*, qui partout repose soit sur des sables, soit sur des limons grisâtres appartenant à notre nouvelle « assise campinienne », nous en formons une assise nouvelle et bien distincte, l'assise *flandrienne.* Le principal résultat de nos levés des dernières années consiste dans la distinction nette de *deux horizons* d'âges différents dans la masse des *sables de la Campine.* Le sable meuble des Flandres et de la *Campine anversoise*, resté confondu jusqu'ici avec les dépôts précités et généralement considéré comme d'origine marine, n'est autre chose qu'une *alluvion fluviale* sableuse. »

Le terme de « Campinien », devenant libre, est maintenant appliqué pour remplacer le terme suranné (pourquoi?) et inexact de « Diluvium ». Il résulte de ce qui précède que l'hypothèse marine est abandonnée (passagèrement, hélas!), que, dans la Campine anversoise, l'existence de deux dépôts sableux (et graveleux) est de nouveau reconnue, dont le plus ancien vient à la surface dans la Campine limbourgeoise et se poursuit sur les hautes terrasses de la Meuse, à Liége, Namur, etc., sous le nom d' « assise campinienne ». Ce point de vue, représenté comme nouveau, est assez exactement celui qu'avait soutenu Dewalque déjà avant 1868 (6), quoique les deux auteurs n'en disent rien.

En 1897 (49, p. 2), M. Rutot répéta ces idées sur la bipartition de l'ancien Campinien, et, en 1900 (55), M. Mourlon s'exprima dans le même sens : « A la base du sable supérieur (près de Ryckevorsel), épais de $0^{m}50$ à $1^{m}50$, se trouve un peu de gravier de quartz blanc et noir, accompagné de cailloux arrondis et plats, de forme bizarre, rappelant certains silex du Moséen continental, avec blocs aplatis. Ces derniers forment un lit de $0^{m}50$ à 1 mètre et s'observent ici pour la première fois, allant de l'Ouest à l'Est. Ils prennent de plus en plus

de développement vers l'Est, jusqu'au point de former les gravières et les ballastières de la Campine limbourgeoise. »

En 1896 (47) fut introduit un nouveau terme pleistocène, le Moséen *Q1*, dont je ne m'occuperai point ici. La conséquence en fut que le Campinien reçut l'annotation *Q2*, le Hesbayen *Q3*, le Flandrien *Q4*, dont un facies marin fut distingué par la formule *Q4m*, « Sable à gravier assez gros. Argile coquillière et graviers à la base ».

La troisième édition de la *Légende de la Carte officielle* (54) n'apporta que des modifications insignifiantes; l'année suivante (1901, 56), M. Rutot en avait présenté une quatrième et un nouveau terme, superflu aux yeux de beaucoup de géologues. C'était le Brabantien ou limon éolien, probablement un simple facies du limon hesbayen. Le « cailloutis fluvial des ballastières de la Campine » fut aussi transporté du Campinien *Q2* dans le Moséen *Q1*, ce qui, à mes yeux, est décidément incorrect. Heureusement, cette légende proposée ne figure pas sur la *Carte géologique* et je crois donc pouvoir la passer sous silence.

La bipartition du Pleistocène dans la Campine étant admise, je passe à une discussion détaillée de l'hypothèse de l'origine marine du Flandrien, défendue dans le principal travail de M. Rutot sur le Pleistocène belge de 1897 (49).

CHAPITRE II.

Hauteurs atteintes par le Flandrien prétendu marin.

L'hypothèse d'un terme pleistocène d'origine marine avait été abandonnée en 1885 (38); elle fut reprise en 1897 par M. Rutot dans son principal travail sur le Pleistocène (49), qui est accompagné d'une carte sur laquelle les données n'ont malheureusement rapport qu'au niveau du sol, très variable, ce qui cause une impression inexacte. M. Briquet (60, p. 76) en a donné une autre en 1906, mais sur une échelle beaucoup trop petite, de sorte que j'ai préféré en dresser une moi-même, sur laquelle toutes les localités du texte sont indiquées, ainsi que les hauteurs et les profondeurs par rapport à un seul niveau constant, celui d'Ostende, et qui a été exécutée à une échelle suffisante pour être claire.

De l'avis de M. Rutot, le Flandrien est d'origine marine et a une étendue considérable, tant dans le sens horizontal que dans le sens

vertical. Je compte m'occuper d'abord de ce dernier dans les deux chapitres suivants.

Au lieu de suivre l'ordre adopté par M. Rutot, je préfère introduire un nouvel arrangement allant du Nord au Sud et de l'Ouest à l'Est.

A. Au Nord du canal de Bruges à Gand :

1. Maldegem, 18 mètres; 2. Adegem, 18 mètres; 3. Oedelem, 18 mètres; 4. Knesselaere, 20 mètres; 5. Ursel, 20 mètres; 6. Somergem, 15 mètres.

B. Au Sud du canal de Bruges à Gand :

7. Saint-Georges, 25 mètres; 8. Côté Nord des collines entre Thourout et Thielt, 20-25 mètres; 9. Ichtegem, 37 mètres; 10. Entre Thourout et Thielt, 46 mètres; 11. Aerseele, 38 mètres; 12. Vynckt, 21 mètres; 13. Dixmude, 30 mètres; 14. Clercken, 40 mètres; 15. Staden, 42 mètres; 16. Roulers, 37 mètres; 17. Wacken, 35 mètres; 18. Poperinghe, 34 mètres; 19. Zonnebeke et Passchendaele, 30 mètres; 20. Près d'Ypres, 45 mètres.

C. Sur la ligne de faîte entre la Lys et l'Escaut :

21. Gavere, 40 mètres; 22. Audenarde, 45 mètres; 23. Avelgem, 30 mètres.

D. Dans la vallée du Démer, le Flandrien marin (?) dépasse Diest et atteint 50 mètres. L'argument de la limite en ce point est bien singulier, c'est... *une courbe de niveau*.

Nous lisons (49, p. 43) : « L'invasion marine a, du reste, pénétré plus loin que Diest, car la *courbe de niveau* de 50 mètres englobe le confluent des deux Gettes et du Démer. Dans la Grande Gette, les influences marines *ont dû* pousser jusque bien près de Tirlemont. » J'espère qu'on voudra bien me pardonner de ne pas être convaincu par un argument aussi insignifiant, d'autant plus que M. Rutot dit, dans le même travail (p. 57) : « A Diest, où M. van den Broeck fait monter le Flandrien jusqu'à la cote 55, le soulèvement aurait atteint 50 mètres. Toutefois, il reste à savoir si, dans cette région, les sédiments flandriens sont purement marins ou si ce ne sont pas des *dépôts de crue fluviale*. » (Je mets en italique ce que je crois être vrai !) A ceci se joint ce que M. Rutot écrit (*loc. cit.*, p. 43) : « Notre collègue M. Mourlon a levé les feuilles de Putte et de Heyst-op-den-Berg, mais avant que les présentes idées se soient révélées. Sur la colline de

Beersel, M. Mourlon indique du Flandrien jusqu'au sommet, c'est-à-dire jusqu'à 50 mètres, mais sur celle de Heyst-op-den-Berg, le Flandrien ne dépasse pas 25 mètres. Je crois que là est la vérité. Pour la colline de Beersel, il y a eu probablement *confusion* entre les sables flandriens et les sables du Campinien. »

C'est, à mon avis, le nœud de la question. *Confusion* permanente entre sable et sable, qu'il est impossible de distinguer et de classer géologiquement (en règle générale du moins).

On voit par tous ces chiffres que les plus petits se trouvent au Nord, du côté de la plaine maritime et des vallées, grandes et petites, et qu'ils augmentent à mesure qu'on s'avance vers le Sud. C'est ce qui a attiré aussi l'attention de M. Rutot (*loc. cit.*, p. 29) : « Comme pour les collines de Thourout et de Thielt, en général, les altitudes supérieures se montrent surtout vers le Sud. » C'est fort naturel, à mon avis, car c'est la pente naturelle du sol qui a été découpé en collines par l'érosion fluviale et qui n'a rien à faire avec une inondation marine purement illusoire.

CHAPITRE III.

Sondages dans les vallées.

Je passe à l'autre point plus compliqué de la distribution du Flandrien, prétendu marin, et veux donner un aperçu des sondages importants représentés sur la planche XVII. La majeure partie des chiffres des profondeurs a été empruntée à la Carte géologique au 40 000e, un nombre restreint à des publications, indiquées par un numéro d'ordre qu'on retrouvera dans le chapitre X (*Bibliographie*). Cette même carte m'a procuré aussi les cotes, qui ne seront peut-être pas toutes exactes, mais ma méthode de réunir les sondages en groupes, par rapport à la profondeur, fera probablement disparaître ou du moins atténuera cet inconvénient.

Dans la liste, j'ai réuni les sondages également en groupes aussi naturels que possible. Ceux le long de la côte et dans les principales vallées relativement étroites se retrouveront facilement. La vallée du Rupel préhistorique offre quelque difficulté par sa largeur exceptionnelle; la vallée gantoise, encore plus considérable, que j'ai divisée pour cette raison en trois zones longitudinales, en offre davantage.

J'avais réuni d'abord trois cent dix-sept sondages, mais, pour ne pas

encombrer la carte, j'ai réduit ce nombre à cent soixante-huit, environ la moitié, qui suffira sans doute et sera trouvé peut-être trop grand encore. En règle générale, j'ai laissé de côté les sondages qui n'ont pas atteint le sous-sol du Pleistocène, toutefois en me permettant des exceptions, si elles me paraissaient motivées, par exemple, si la profondeur était considérable ou s'il n'y avait pas de meilleur sondage dans le voisinage.

I. — Sondages le long de la côte, de Calais a la vallée gantoise.

A. — Sondages en France.

1. Calais (49, p. 9) : 5^m15 à 2^m15, remanié; 2^m15 à — 17^m85, *Q4*, contenant des coquilles. Landenien [1].

2. Saint-Pierre-lez-Calais (49, p. 10) : 4^m15 à -9^m85, couches de galets; -9^m85 à -18^m55, Moderne; -18^m55 à -31^m85, *Q4*, cailloux à la base. Landenien. D'après M. Briquet, ces données sont inexactes, du moins en partie, car il n'y aurait pas 14 mètres de galets.

3. Dunkerque (49, p. 10) :

a. Terrain rapporté (ou remanié?) : 5^m15 à -1^m50.

b. Sable fluide : -1^m50 à -8^m15.

c. Sable avec coquilles, analogues à celles vulgairement connues sous le nom de Saint-Jacques (*Pecten Jacobaeus*), et renfermant des veines très minces de limon vaseux : -8^m15 à -15^m50.

d. Sable mouvant de couleur noirâtre : -15^m50 à -20^m50.

e. Sable mouvant jaunâtre, mélangé de coquilles brisées : -20^m50 à -25^m65.

f. Sable noirâtre, aussi mêlé de coquilles brisées : -25^m65 à -30^m85. Ypresien.

M. Rutot fait commencer *Q4* à -1^m50, mais n'en donne aucune preuve; aucun nom spécifique n'est donné. Il me semble plus probable et en accord avec d'autres sondages (2 et 7) de placer la limite entre le Moderne et le Flandrien à -20^m50.

---

[1] M. Briquet a eu la bonté de me donner les cotes aux orifices des sondages français par rapport au zéro français. Or, d'après la comparaison aux repères de jonction des nouveaux réseaux de nivellement de précision, ce zéro est de 0^m15 au-dessus du zéro d'Ostende (information particulière de M. Ch. Lallemand, directeur du service du nivellement général de la France).

B. — Sondages en Belgique.

A. *Feuille 19, Furnes, pl. 2* (1).

4. Furnes (49, p. 11) : 6 mètres à — 3m50, remanié et Moderne; — 3m50 à — 21m70, *Q4* (?) avec de nombreuses coquilles et du sable graveleux à la base. Ypresien.

B. *Feuille 12, Ostende, pl. 1.*

5. Petit-Crocodile (48, p. 674; 49, p. 12) : 4 mètres à — 9m50, Moderne, argile et sable; — 9m50 à — 10m80, argile sableuse coquillière, ne contenant que *Cardium edule*. En tout cas, cette couche n'appartient pas à *Q4*, comme le veut M. Rutot. — 10m80 à — 17m50, *Q4m*, Flandrien. Sable coquillier, coquilles récentes et pliocènes remaniées, cailloux roulés à la base. *Buccinum undatum*, *Ostrea edulis*, *Pecten opercularis*, *Cardium edule*, *Donax anatina*, *Solen ensis*, *Mactra subtruncata*, *Echinocyamus pusillus*. Ypresien.

Je mets encore en doute si cette couche-ci, entre — 10m80 et — 17m50, appartient au Flandrien; je serais porté à la rapporter encore au Moderne et à considérer que le Flandrien (*Q4m*) fait défaut.

6. Leffinghe (48, p. 675; 49, p. 12) : 3 mètres à — 9m20, Moderne; — 9m20 à — 21m30, *Q4m*. Sable, cailloux roulés de silex. *Nassa reticulata*, *Nassa pygmea*, *Purpura lapillus*, *Cerithium reticulatum*, *Trochus cinerarius*, *Saxicava rugosa*, *Lucina divaricata*, *Syndosmya alba*. Ypresien.

On voit au premier abord la différence notable entre les faunes de Petit-Crocodile et de Leffinghe, ce qui rend peu probable qu'à Petit-Crocodile entre — 10m80 et — 17m50 et à Leffinghe entre — 9m20 et — 21m30 on ait affaire au même étage géologique. Aussi, à Leffinghe on n'avait conservé qu'un seul échantillon, entre — 9m20 et — 21m30, de sorte qu'un contrôle est actuellement impossible.

---

(1) Les premiers chiffres (19, 12, etc.) ont rapport aux feuilles de la Carte topographique au 40 000e, dont chacune embrasse quatre feuilles de la Carte géologique à la même échelle. Les derniers chiffres (1 à 4) ont rapport à ces dernières.

7. Ostende-ville, datant de 1859 (32, 45, 49) : 5m60 à 3m70, terrain remanié; 3m70 à 0m50, limon et sable avec *Cardium edule*, *Tellina baltica*, *Mytilus edulis*, *Cylichna mamillata*, *Hydrobia ulvae;* 0m50 à - 0m85, tourbe; — 0m85 à — 12 mètres, argile avec *Cardium edule* et *Scrobicularia piperata;* — 12 mètres à — 16m85, limon un peu micacé; — 16m85 à — 20m40, sable avec *Scrobicularia piperata;* — 20m40 à — 27m90, sable gris avec coquilles et galets roulés. Ypresien.

C'est dans cette dernière couche que se rencontrent les coquilles typiques du Flandrien marin, entre autres *Nassa reticulata*, *Trochus cinerarius*, *Venus gallina* (*Tapes aureus*, var. *Eemiensis?*) et *Corbicula fluminalis*. Les coquilles, jusqu'à — 20m40, appartiennent à la faune appauvrie de la côte actuelle; ce n'est qu'en dessous de ce niveau que commence la véritable faune pleistocène. Il n'y a donc aucune raison pour placer la limite supérieure du Flandrien aussi haut (— 3m55) que le fait M. Rutot.

Évidemment, les couches d'Ostende, entre — 20m40 et — 27m90, et de Leffinghe, entre — 9m20 (?) et — 21m30, se ressemblent bien davantage que celle de Petit-Crocodile, entre — 10m80 et — 17m50.

En 1901 (58), van Ertborn a décrit le sondage du Royal Palace Hôtel d'Ostende, exécuté en 1899, dans lequel la base du Pleistocène se trouve à 24m30 sous le niveau d'Ostende. Les chiffres des deux sondages s'accordent donc assez bien.

C. *Feuille 12, Ostende, pl. 2.*

8. Oudenbourg (49, p. 26) : 5 mètres à — 3m80, *Q4*. Paniselien.

D. *Feuille 12, Ostende, pl. 4.*

9. Snelleghem (49) : 11 mètres à 5m80, *Q4*. Paniselien.

E. *Feuille 13, Bruges, pl. 1.*

10. Bruges, Porte de Gand (49, p. 28) : 5 mètres à — 3m20, sable sans coquilles marines, peut-être continental; — 3m20 à — 5m30, sable grossier avec débris de coquilles marines; — 5m30 à — 7m30, sable sans coquilles. Tous ces sables sont rapportés par M. Rutot au Flandrien (*Q4m*), sans qu'on apprenne un seul nom spécifique qui puisse prouver le bien fondé de cette manière de voir. Paniselien.

11. Bruges-Bassin (49, p. 28) : 5 mètres à — 1^{m}10, Sable sans coquilles; — 1^{m}10 à — 2 mètres, sable très grossier avec nombreux *Cardium edule* et autres coquilles; — 2 mètres à — 4 mètres, sable sans coquilles; — 4 mètres à — 4^{m}40, sable avec beaucoup de *Cardium edule, Solen, Mactra, Tellina*, etc. M. Rutot classe ces couches dans le Flandrien (*Q4*). Pour moi, il n'y a aucune preuve qu'elles ne soient pas modernes. Paniselien.

12. Coolkerke (49, p. 14; 69, p. xxv) : 5 mètres à 3^{m}50, remblai; 3^{m}50 à — 1^{m}75, sable; — 1^{m}75 à — 2^{m}15, argile *tourbeuse ;* — 2^{m}15 à — 10^{m}40, sable avec *Scrobicularia piperata, Cardium edule, Rissoa*, etc. ; — 10^{m}40 à — 14^{m}75, sable gris, en partie avec des débris de coquilles roulés et indéterminables ; — 14^{m}75 à — 17^{m}40, sable avec des débris roulés de grès paniseliens; — 17^{m}40 à — 19^{m}55, sable avec des débris de *Cardium edule* roulés, quelques petits fragments anguleux de silex.

M. Rutot omet les noms des coquilles, donnés par van Ertborn, et trace la limite supérieure de *Q4* à — 2^{m}15. Pour moi, toute la série est moderne.

F. *Feuille 4, Blankenberghe, pl. 4.*

13. Blankenberghe (41, p. 260; 45, p. 49) : 3 mètres à — 1 mètre, Moderne; — 1 mètre à — 3 mètres, *tourbe* pure; — 3 mètres à — 3^{m}90, sable argileux et argile; — 3^{m}90 à — 25 mètres, sable gris avec lit coquillier vers — 13 mètres. En dessous de 16 mètres de profondeur, soit 13 mètres sous le niveau d'Ostende, le sondage a été conduit à courant d'eau, de sorte que les échantillons ont peu de valeur scientifique. Néanmoins M. Rutot fait commencer *Q4m* à — 6^{m}50 et terminer à — 33 mètres. A — 13 mètres ont été rencontrés entre autres *Cerithium reticulatum, Trochus cinerarius, Venus ovata, Pholas candida, Lucina divaricata,* de sorte que pour moi la présence du Flandrien (à ce niveau?) est hors de doute. La limite supérieure de — 6^{m}50 me paraît trop élevée.

G. *Feuille 13, Bruges, pl. 4.*

14. Groote Burkel, coin Nord-Ouest : 10 mètres à 6^{m}50, *Q4*; 6^{m}50 à 6 mètres, *tourbe*; 6 mètres à 4^{m}80, *Q4m*. Sous-sol inconnu.

15. Groote Burkel, Nord-Est : 9 mètres à 7 mètres, *Q4*; 7 mètres à 6^{m}90, *tourbe*; 6^{m}90 à 5^{m}90, *Q4m*. Sous-sol inconnu.

II. — Sondages de la vallée de la Lys.

A. — Sondages en France.

16. Armentières (49, p. 21) : 17^{m}15 à 9^{m}65, remanié et Moderne; 9^{m}65 à 0^{m}15, *Q4*. Ypresien.

17. Warneton (49, p. 21) : 21^{m}15 à 16^{m}65, *Q4*; 16^{m}65 à 1^{m}65, *Q3*. Ypresien.

18. Comines (49, p. 22) : 14^{m}15 à 12^{m}15, remanié; 12^{m}15 à 0^{m}15, *Q4*. Ypresien.

B. — Sondages en Belgique.

A. *Feuille 28, Ypres, pl. 4.*

19. Sainte-Marguerite, près Comines (49, p. 23) : 15 mètres à 7 mètres, *Q4*. Ypresien.

20. Menin (49, p. 24) : 13^{m}30 à 5^{m}30, *Q4*; 5^{m}30 à — 6^{m}70, *Q3*. Ypresien.

Même sondage (39, p. 23) : 17 mètres à 9 mètres, *Q4*; 9 mètres à — 3 mètres, *Q2*.

B. *Feuille 29, Courtrai, pl. 1.*

21. Nederbeek, près Courtrai : 15 mètres à — 8 mètres, *Q*. Ypresien.

22. Nederbeek, autre sondage : 19 mètres à 10^{m}10, *Q*. Ypresien.

C. *Feuille 28, Ypres, pl. 2.*

23. Moorseele (68) : 22 mètres à — 3 mètres, *Q*. Entre 17 et 16 mètres de cailloux de silex.

D. *Feuille 29, Courtrai, pl. 1.*

24. Gullegem : 20 mètres à — 6^{m}80, *Q*. Ypresien.

25. Cuerne : 12 mètres à — 11^{m}20, Moderne? Ypresien.

26. Deerlyck : 17 mètres à 1 mètre, *Q*. Ypresien.

27. Desselgem : 16 mètres à — 2^{m}50, *Q*. Ypresien.

E. *Feuille 21, Thielt, pl. 4.*

28. Zulte-sur-Lys : 13 mètres à — 10^{m}50, *Q*. Ypresien.

29. Château de Zulte : 10 mètres à — 10 mètres, *Q*. Ypresien.

F. *Feuille 21, Thielt, pl. 3.*

30. Wacken (68) : 16 mètres à — 2 mètres, *Q*. Ypresien.

G. *Feuille 21, Thielt, pl. 4.*

31. Brasserie au Nord-Ouest de Dentergem (68, p. 30) : 13 mètres à — 20 mètres, *Q* ; gravier à la base. Ypresien.

32. Kasteelhoek, près d'Olsene sur Lys (68, hameau de Plaets) : 12^{m}70 — 11^{m}30, *Q*. Ypresien.

33. Brasserie de Machelen-sur-Lys (68) : 12 mètres à — 9^{m}50, *Q*, avec des cailloux et du gravier à la base. Ypresien.

34. Gare de Machelen : 12^{m}80 à — 6^{m}70, *Q*. Ypresien.

35. Petegem-sur-Lys : 8 mètres à — 16 mètres, Moderne? Ypresien.

36. Gare de Deynze-sur-Lys (68) : 8^{m}50 à — 16^{m}50, *Q*. Ypresien.

H. *Feuille 21, Thielt, pl. 2.*

37. Château d'Oydonck, près de Maria-Leerne (49) : 7^{m}50 à — 10^{m}50, *Q4*. Ypresien.

III. — Sondages dans la vallée de l'Escaut.

A. *Feuille 37, Tournai, pl. 2.*

38. Pecq : 15 mètres à 4 mètres, *Q*. Ypresien.

39. Helchin : 15 mètres à — 6 mètres, *Q*. Ypresien.

B. *Feuille 29, Courtrai, pl. 4.*

39^{a}. Elsegem, au Sud-Ouest de Courtrai (32), 1855, près du clocher d'Elsegem : 18 mètres à — 8^{m}60, remanié, alluvions sableuses et

argileuses; — 8m60 à — 12m20, sable avec coquilles *fluviatiles;* — 12m20 à — 12m30, sable grossier, gravier, cailloux.

40. Audenarde, gare, 1874 (32, p. 31; 58, p. 187) : 13m50 à — 2m25, limon et sable; — 2m25 à — 6m60, gravier.

IV. — Sondages dans la vallée de la Dendre.

A. *Feuille 30, Grammont, pl. 4.*

41. Idegem : 19m50 à 4m50, *Q3*. Ypresien.

B. *Feuille 30, Grammont, pl. 2.*

42. Ninove (39) : 20 mètres à 3 mètres, *Q*, gravier à la base. Ypresien.

C. *Feuille 22, Gand, pl. 4.*

43. Alost, usine des tresses à lacets (63, p. 504) : 15 mètres à 13 mètres, remanié; 13 mètres à 5 mètres, *Q3*; 5 mètres à — 6 mètres, *Q2*, petits graviers, débris de silex, graviers de quartz et de silex roulés. Ypresien.

D. *Feuille 23, Malines, pl. 3.*

44. Kruysabeel : 10 mètres à 4 mètres, *Q3*. Paniselien.

45. Molenstraat : 10 mètres à 0 mètre, *Q2*. Paniselien.

E. *Feuille 22, Gand, pl. 4.*

46. Gysegem : 5 mètres à — 13 mètres, *Q*. Paniselien.

F. *Feuille 23, Malines, pl. 1.*

47. Driesch : 5 mètres à 3 mètres, *Q4;* 3 mètres à — 12 mètres, *Q3*. Inconnu.

48. Moerstraat : 5 mètres à 1m40, *Q*. Ledien.

49. Au Papillon : 5 mètres à — 27 mètres, *Q4* et *Q2*. Ledien.

50. Termonde, caserne de la gendarmerie (63, p. 508) : 5 mètres à — 3m10, remanié et Moderne; — 3m10 à — 10m80, *Q2*. Gravier de quartz, petits cailloux de silex et de quartz. Ledien.

50[a]. Termonde, rue Lindanus (48, p. 679). A la surface se trouve de la tourbe, probablement moderne, dans la vallée de la Dendre, reposant sur le Flandrien (*Q4*). A 13^{m}10 sous la surface (— 8 mètres environ), on a trouvé *Corbicula fluminalis*, *Valvata piscinalis*, *Bythinia Leachi* (?), *Bythinia tentaculata* (?), une graine de *Chara*, des Ostracodes. M. Mourlon nous dit que c'est ici le point le plus à l'intérieur où il ait trouvé un sable coquillier. Le fait me semble être peu remarquable, puisqu'on a affaire à un assemblage assez rare de coquilles *d'eau douce*, fait qui est resté inaperçu.

V. — Sondages dans la vallée de la Senne.

A. *Feuille 31, Bruxelles, pl. 3.*

51. Aa : 32 mètres à 2 mètres, *Q3*. Sous-sol inconnu.

B. *Feuille 31, Bruxelles, pl. 2.*

52. Cureghem, rue des Goujons, usine de Lom de Berg, 1885 (57, p. 207) : 18 mètres à 4^{m}80, remanié, Moderne et *Q*, contenant du sable avec cailloux, dont quelques-uns très gros, de roches cambriennes. Ypresien.

53. Nouvel abattoir, 1889 (57, p. 166) : 17 mètres à 4^{m}10, Moderne et *Q*. Ypresien.

54. Chaussée d'Anvers, 84. Construction industrielle, 1885 (57, p. 173) : 17 mètres à 0^{m}50, remanié, Moderne et *Q*. Ypresien.

55. Laeken, rue Herry (62, p. 489) : 16 mètres à 3^{m}10, Moderne et *Q2*. Graviers de quartz, cailloux de silex et grès rougeâtres roulés. Ypresien.

56. Machelen, gare (9) : 15 mètres à 2^{m}25, Moderne et *Q2*. Ypresien.

C. *Feuille 33, Malines, pl. 4.*

57. Trois-Fontaines, usine Lannoy (9) : 12^{m}50 à 9^{m}20, Moderne; 9^{m}20 à —5^{m}90, Diluvium caillouteux.

Idem (selon la Carte géologique) : 12^{m}50 à —2^{m}50, Moderne et *Q2*; —2^{m}50 à —5^{m}90, Bolderien. Ypresien.

58. Vilvorde, gare Est, Villa Hautermann (9) : 15 mètres à 14 mètres, Moderne; 14 mètres à —15 mètres, Diluvium caillouteux (*Q2*). Ypresien.

59. Château de Diependaal : 10 mètres à $4^{m}40$, *Q3*; $4^{m}40$ à $-1^{m}10$, *Q2*. Wemmelien.

60. Hofstade : 10 mètres à 2 mètres, *Q3*. Asschien.

61. Sempst : 9 mètres à 7 mètres, Moderne; 7 mètres à —5 mètres, *Q3*. Asschien.

D. *Feuille 23, Malines, pl. 4.*

62. Bois d'Aa : 11 mètres à —6 mètres, *Q*. Ledien.

63. Hipvoorde : 13 mètres à $4^{m}20$, *Q3*. Ledien.

64. Hof ten Bosch : 11 mètres à —8 mètres, *Q*. Wemmelien.

E. *Feuille 23, Malines, pl. 2.*

65. Vinneken : 9 mètres à $-0^{m}50$, *Q4* et *Q3*. Asschien.

66. Willebroeck, village : 4 mètres à —1 mètre, *Q*. Rupelien.

VI. — Sondages dans la vallée de la Dyle.

A. *Feuille 32, Louvain, pl. 1.*

67. Wilsele, Van Mechelen-Kennis (9) : 15 mètres à 4 mètres, Moderne et *Q*. Bolderien.

B. *Feuille 24, Aerschot, pl. 3.*

68. Haecht : 10 mètres à $0^{m}30$, *Q4* et *Q3*; $0^{m}30$ à $-1^{m}70$, *Q2*. Asschien.

69. Rymenam : 9 mètres à 3 mètres, *Q4*. Rupelien.

C. *Feuille 23, Malines, pl. 2.*

70. Muysen : 5 mètres à $2^{m}60$, *Q3*. Asschien.

71. Malines, Marché aux Poissons : 6 mètres à — 3 mètres, *Q3*. Asschien.

72. Château de Cauwendal : 5 mètres à — 0^{m}20, *Q*. Inconnu.

73. Duffelstraat : 6 mètres à 4 mètres, *Q*. Rupelien.

74. Waelhem : 4 mètres à 0 mètre, *Q4*; 0 mètre à — 8 mètres, *Q3*. Rupelien

VII. — Sondages dans la vallée de l'ancienne Nèthe ou Démer.

A. *Feuille 24, Aerschot, pl. 2.*

74^{a}. Westerloo. Château du comte de Mérode-Westerloo (70) : *a*. 12 mètres à 11 mètres, sable; *b*. 11 mètres à 10^{m}65, sable *tourbeux*, morceaux de bois; *c*. 10^{m}65 à 8^{m}30, sable; *d*. 8^{m}30 à 7^{m}75, sable plus grossier; *e*. 7^{m}75 à 6^{m}30, sable très grossier, cailloux de 2 à 3 centimètres, de quartz, quartzite, grès, chert, silex; *f*. 6^{m}30 à 1^{m}45, sable grossier, cailloux de grès noir; *g*. 1^{m}45 à 0^{m}40, sable moins grossier; *h*. 0^{m}40 à — 0^{m}55, sable très grossier, cailloux de 1 à 3 $^{1}/_{2}$ centimètres, surtout de quartz et de chert, rarement de silex. Diestien.

75. Vaerenwinckel, au Sud de Hersselt : 15 mètres à 4^{m}70, *Q4*; 4^{m}70 à 4^{m}50, *Q2*. Bolderien.

76. Prinsenbosschen : 12^{m}90 à 6^{m}90, *Q4*; 6^{m}90 à — 2^{m}60, *Q2*. Rupelien.

B. *Feuille 24, Aerschot, pl. 1.*

77. Goor : 12 mètres à 8 mètres, *Q4*; 8 mètres à — 2^{m}80, *Q3*; — 2^{m}80 à — 3^{m}80, *Q2*. Rupelien.

78. Grootloo : 10 mètres à — 1^{m}70, *Q4*; — 1^{m}70 à — 2^{m}70, *Q2*. Rupelien.

79. Loozenhoek : 12 mètres à 4^{m}50, *Q4*; 4^{m}50 à — 3^{m}30, *Q3*. Rupelien.

VIII. — Sondages sur la rive droite de l'Escaut actuel, en aval de Rupelmonde.

A. *Feuille 15, Anvers, pl. 4.*

80. Hoboken, chantier Cockerill : 5 mètres à 2^{m}60, *Q4*. Rupelien.

B. *Feuille 15, Anvers, pl. 2.*

81. Portugeezenhoek : 5 mètres à 3m40, *Q4*. Rupelien.

82. Polder des Seigneurs : 3 mètres à 1m50, Moderne; 1m50 à — 1 mètre, *Q4*. Bolderien.

83. Berchem-Est, gare : 7 mètres à 6 mètres, remanié; 6 mètres à 4 mètres, *Q2*. Bolderien.

84. Prison cellulaire : 8 mètres à 1m70, *Q4*; 1m70 à — 3m70, *Q2*. Bolderien.

85. Chemin de fer d'Esschen, borne 56 : 1 mètre à — 0m20, Moderne. Poederlien.

86. Polder d'Eeckeren : 2 mètres à — 0m50, Moderne. Poederlien.

87. Roode Weel : 2 mètres à — 3m20, Moderne. Poederlien.

88. Ferme Bleue : 2 mètres à — 1m80, Moderne. Poederlien.

IX. — Sondages sur la rive gauche de l'Escaut actuel, en aval de Rupelmonde.

A. *Feuille 15, Anvers, pl. 4.*

89. Cruybeke : 5 mètres à — 6 mètres, *Q4*. Rupelien.

B. *Feuille 15, Anvers, pl. 1.*

90. Melsele : 7 mètres à 4 mètres, *Q4*. Poederlien.

C. *Feuille 15, Anvers, pl. 2.*

91. Borne 3, sur le chemin de fer d'Anvers à Gand : 3 mètres à 0m90, Moderne; 0m90 à — 2m40, *Q4*. Inconnu.

92. Pipe de Tabac : 1 mètre à — 4m20, Moderne. Inconnu.

D. *Feuille 15, Anvers, pl. 1.*

93. Calloo-sur-l'Escaut : 2 mètres à — 1m50, Moderne. Poederlien.

94. Fort Verrebroeck : 3 mètres à — 1 mètre. Moderne. Poederlien.

E. *Feuille 7, Cappellen, pl. 3.*

95. Kieldrecht (49) : 4^{m}80 à — 4^{m}40, *Q4*. Poederlien.

95^{a}. Autre sondage (48, p. 681) : 3 mètres à — 0^{m}80, sable *Q4*; — 0^{m}80 à — 1^{m}10, sable *tourbeux*; — 1^{m}10 à — 5^{m}80, sable *Q4*. Poederlien.

96. Doel-sur-l'Escaut : 3 mètres à — 6^{m}30, Moderne. Poederlien.

X. — Sondages dans la vallée de l'ancien Rupel.

A. *Feuille 23, Malines, pl. 2.*

97. Boom, rive : 4 mètres à 2 mètres, Moderne. Rupelien.

B. *Feuille 23, Malines, pl. 1.*

98. Eykvliet : 4 mètres à — 10^{m}80, *Q*. Rupelien.

C. *Feuille 15, Anvers, pl. 3.*

99. Wintham-sur-Rupel : 4 mètres à — 6 mètres, *Q4*. Rupelien.

100. Hingene : 5 mètres à 0^{m}50, *Q4*. Inconnu.

101. Den Notelaar : 1 mètre à 0^{m}10, Moderne; 0^{m}10 à — 4^{m}50, *Q4*. Inconnu.

102. Tamise, rive gauche : 2 mètres à — 1^{m}60, Moderne. Rupelien.

103. Tamise, rive droite : 3 mètres à 0^{m}60, Moderne; 0^{m}60 à — 2^{m}50, *Q4*. Inconnu.

D. *Feuille 23, Malines, pl. 1.*

104. Oppuers (49) : 5 mètres à — 31 mètres, *Q*. Asschien.
Je doute de l'épaisseur aussi anormale du Pleistocène !

105. Saint-Amand : 6^{m}50 à 2 mètres, *Q4*; 2 mètres à — 2^{m}50, *Q3*. Asschien.

106. Buggenhout : 8 mètres à 4 mètres, *Q4* et *Q3*. Asschien.

107. Casteele : 3 mètres à — 12 mètres, *Q*. Asschien.
C'est probablement le sondage de Baesrode dans 49.

E. *Feuille 15, Anvers, pl. 5.*

108. Hamme, Amidonnerie (64, p. 518) : 5 mètres à 1 mètre, Remanié; 1 mètre à — 11 mètres, *Q4*, dans lequel des « petits graviers de quartz roulés ». Rupelien ou Asschien.

109. Waesmunster : 5 mètres à — 3 mètres, *Q4*. Inconnu.

F. *Feuille 23, Malines, pl. 1.*

110. Zogge : 5 mètres à — 10 mètres, *Q4* et *Q3*. Asschien.

XI. — Sondages dans la vallée gantoise.

A. — Zone occidentale.

A. *Feuille 22, Gand, pl. 1.*

111. Zwynaerde : 8 mètres à 3 mètres, *Q4*. Paniselien.

112. Laethem-Saint-Martin : $7^{m}50$ à 3 mètres, *Q4*. Ypresien.

113. Tronchiennes : 8 mètres à $0^{m}70$, *Q*. Paniselien.

114. Gand-Nord, brasserie Dupont, Fossé-Courbe : 9 mètres à $0^{m}50$, *Q*. Paniselien.

115. Mont-Saint-Amand lez-Gand : 7 mètres à — $8^{m}60$, *Q*. Paniselien.

116. Mariakerke : 8 mètres à $0^{m}70$, *Q*. Paniselien.

117. Wondelgem : 8 mètres à — 17 mètres, *Q*. Paniselien.

118. Meulestede : 5 mètres à — 15 mètres, *Q4* et *Q2*. Inconnu.

Delvaux (29) a donné quelques coupes peu profondes dans l'agglomération de Gand.

1° Coupe de la tranchée de la rue du Gouvernement, levée en septembre 1875.

a. Sable vaseux et sable argileux	$7^{m}80$ à	$6^{m}55$
b. Sable argileux avec des pilotis en chêne, reliés par des traverses horizontales	$6^{m}55$ à	$5^{m}75$
c. Couche de charbon de bois, avec ossements de mammifères actuels : *Equus caballus, Sus familiaris, Sus scrofa, Cervus elaphus, Bos taurus, Ovis aries, Capra hircus, Canis familiaris.* Tous ces ossements constituaient un amoncellement de rejets de cuisine, postérieurs à l'occupation romaine (Delvaux)	$5^{m}75$ à	$5^{m}55$
d. Sable jaunâtre et sable gris	$5^{m}55$ à	$4^{m}30$

2° Coupe du pont de Gendbrugge :

a. Terrain remanié	7^m00 à	5^m00
b. Argile brun noirâtre, avec coquilles actuelles d'eau douce : *Anodonta, Unio, Planorbis, Dreissensia,* très abondantes. Ossements brisés de mammifères : *Equus, Bos, Ovis, Sus, Canis,* etc.	5^m00 à	4^m70
c. Sable blanc sale	4^m70 à	4^m20
d. Nombreux galets de quartz assez volumineux, cailloux roulés de silex, moyens et petits, éclats de silex, grès paniseliens et gravier fin, où dominent les quartzites	4^m20 à	4^m10
e. Sable glauconifère paniselien.		

3° Coupe du canal de Terneuzen, à 180 mètres Nord du pont du chemin de fer. Les travaux d'approfondissement ne sont pas sortis des alluvions; les dragages ont entamé les alluvions sableuses à — 3 mètres, les caissons ont atteint la cote — 5^m30.

a. Limon brun noirâtre	5^m00 à	4^m60
b. Tourbe imparfaite avec nombreuses coquilles d'eau douce, *Planorbis, Lymnea, Succinea, Cyclas, Pisidium*	4^m60 à	4^m25
c. Argile et sable	4^m25 à	-0^m40
d. Sable avec coquilles éocènes brisées.	-0^m40 à	-5^m30

4° Coupe de l'écluse de la Porte d'Anvers :

a. Remblai, vieux sol, anciens lits de ruisseaux, *Anodonta cygnea* de grande taille	8^m30 à	4^m30
b. Sable alluvial	4^m30 à	2^m15
c. *Tourbe*, avec des troncs de chêne, des feuilles de tilleul, des noisettes en très grande quantité, des pommes de pin	2^m15 à	1^m90
d. Sable renfermant à sa partie moyenne une grande quantité de coquilles d'eau douce, bivalves : *Unio, Cyclas, Pisidium, Bythinia*	1^m90 à	-0^m30
e. Cailloux roulés, galets de quartz et gravier. Paniselien.	-0^m30 à	-1^m00

On voit dans ces différentes coupes que les preuves de la présence d'eau douce, tourbe, coquilles fluviatiles, se trouvent entre — 0^m30 et 8^m30 et qu'il n'existe aucune preuve directe de la présence d'eau de mer.

B. *Feuille 14, Lokeren, pl. 3.*

119. Venhoute : 8 mètres à — 13 mètres, *Q4* et *Q2*. Ledien.

120. Weegsche : 7 mètres à — 17 mètres, *Q4* et *Q2*. Ledien.

121. Wippelghem : 7 mètres à — 17 mètres, *Q4*. Asschien.

C. *Feuille 13, Bruges, pl. 4.*

122. Waerschoot (49) : 8 mètres à — 14 mètres, *Q4*. Asschien.

D. *Feuille 13, Bruges, pl. 2.*

123. Eecloo (49, 68, p. 8) : 8 mètres à — 1^{m}10, sable *Q4l;* — 1^{m}10 à — 1^{m}60, *Q4l*, limon avec quelques petites coquilles; — 1^{m}60 à — 7 mètres, *Q4m;* — 7 mètres à — 11 mètres, *Q4m*, sable *tourbeux* avec débris de coquilles; — 11 mètres à — 13^{m}40, sable; — 13^{m}40 à — 15^{m}80, *Q2m*, Campinien. Gravier de silex roulés, quartz, coquilles marines et d'eau douce, *Cardium edule* très nombreux. Asschien.

E. *Feuille 14, Lokeren, pl. 1.*

124. Bassevelde (44, p. 252) : 4 mètres à — 18^{m}90, *Q4*. Asschien.

F. *Feuille 6, Watervliet.*

125. Watervliet (44, p. 253 ; 49) : 4 mètres à 0 mètre, remblai et Moderne; 0 mètre à — 1^{m}50, *Q4l;* — 1^{m}50 à — 3^{m}50, *Q4m*, sable *tourbeux;* — 3^{m}50 à — 13^{m}05, *Q4m;* — 13^{m}05 à — 13^{m}30, sable avec petits cailloux, débris de coquilles marines et dents de poissons; — 13^{m}30 à — 14^{m}80, *Q4l* et *Q4m;* — 14^{m}80 à — 15^{m}30, sable avec petits cailloux et coquilles marines; — 15^{m}30 à — 15^{m}80, *tourbe;* — 15^{m}80 à — 17 mètres, sable; — 17 mètres à — 18^{m}50, gravier, coquilles marines, débris d'ossements; — 18^{m}50 à — 19^{m}75, sable avec gros cailloux, *Q4m*. Asschien.

B. — Zone moyenne.

A. *Feuille 22, Gand, pl. 1.*

126. Melle : 5 mètres à 2 mètres, *Q*. Paniselien.

B. *Feuille 22, Gand, pl. 2.*

127. Overbeke : 8 mètres à 2^m70, *Q4*. Paniselien.

128. Voorde, Poudrerie : 5 mètres à —3 mètres, *Q*. Paniselien.

129. Wetteren : 5 mètres à — 5^m20, *Q4*. Paniselien.

C. *Feuille 22, Gand, pl. 1.*

130. Heusden : 10 mètres à — 1^m50, *Q*; — 1^m50 à — 3^m10, *tourbe;* — 3^m10 à — 7^m60, *Q2*. Paniselien.

D. *Feuille 22, Gand, pl. 2.*

131. Kerkstraet lez-Laerne (48, p. 679) : 6 mètres à — 17^m40, *Q4*. Épaisse couche de cailloux à la base. Wemmelien.

132. Rivierstraet lez-Laerne. « In de Kroon » : 6 mètres à —17 mètres, *Q4*. Inconnu.

E. *Feuille 22, Gand, pl. 1.*

133. Destelbergen. « In de Pauwken » : 5 mètres à — 7 mètres, Moderne. Paniselien.

134. Eenbeek-Eynde : 5 mètres à —15 mètres, *Q4* et *Q2*. Inconnu.

135. Voorde : 7 mètres à — 11^m60, *Q*. Ledien.

136. Lichtelaere : 7 mètres à — 3 mètres, *Q4;* — 3 mètres à —4 mètres, *tourbe;* —4 mètres à — 11^m70, *Q2*. Ledien.

F. *Feuille 14, Lokeren, pl. 3.*

137. Loochristy : 7 mètres à —17 mètres, *Q4*. Ledien.

G. *Feuille 22, Gand, pl. 2.*

138. Beirvelde (48, p. 677 ; 49) : 7 mètres à 0^m80, sable *Q4;* 0^m80 à — 2 mètres, quelques traces de coquilles, *Cardium;* —3 mètres à — 4^m30, sable coquillier; — 5^m10 à — 8^m80, sable coquillier; — 8^m80 à — 10 mètres, sable très coquillier, *Cardium;* — 11 mètres à — 11^m90, coquilles. Wemmelien.

138[a]. Auberge « In de Kroon », au Sud de Beirvelde (48, p. 679) : 7 mètres à — 16 mètres, *Q4*, sable avec gravier et cailloux. A — 6^{m}80 une couche *tourbeuse* avec fragments de bois.

H. *Feuille 14, Lokeren, pl. 3.*

139. Oostacker : 6 mètres à — 6^{m}50, *Q4*; — 6^{m}50 à — 11^{m}10, *Q4*. Ledien.

140. Desteldonck : 5 mètres à — 13^{m}50, *Q4*. Asschien.

I. *Feuille 14, Lokeren, pl. 4.*

141. Zeveneeken : 6 mètres à — 9 mètres, *Q4*. Asschien.

J. *Feuille 14, Lokeren, pl. 3.*

142. Mendonck (49, p. 34) : 5 mètres à — 7 mètres, *Q4*. Asschien.

K. *Feuille 14, Lokeren, pl. 4.*

143. Château de Puyen, entre Wachtebeke et Saffelaere : 4 mètres à 1 mètre, Moderne; 1 mètre à — 8 mètres, *Q4*. Asschien.

L. *Feuille 14, Lokeren, pl. 3.*

144. Leegavrye : 5 mètres à — 13^{m}50, *Q*. Asschien.

145. Ertvelde : 7 mètres à — 14 mètres, *Q4*. Asschien.

M. *Feuille 14, Lokeren, pl. 2.*

146. Vieruitersten (44, p. 251) : 5 mètres à — 10^{m}70, *Q4*. Coquilles marines en dessous de — 6 mètres.

147. Assenede (44, p. 252) : 3 mètres à 2 mètres, Moderne; 2 mètres à — 18^{m}50, *Q4*. Coquilles en bas de — 12 mètres. Asschien.

148. Bouchaute (44, p. 252) : 3 mètres à — 4^{m}50, remblai *Q4*; — 4^{m}50 à — 5^{m}50, limon tourbeux; — 5^{m}50 à — 9 mètres, sable *Q4m*; — 9 mètres à — 15 mètres, sable avec coquilles et cailloux. Rupelien.

N. *Feuille 6, Watervliet.*

149. Angelina-Polder (68) : 2 mètres à — 16 mètres, *Q*. Rupelien.

C. — Zone orientale.

A. *Feuille 22, Gand, pl. 2.*

150. Bruysken : 8 mètres à 5 mètres, *Q*. Paniselien.

151. Berlaere : 4 mètres à — 19 mètres, *Q4*. Paniselien.

152. Kamiershoek : 3 mètres à — 17^{m}40, *Q4*. Paniselien.

153. Overmeire (49) : 5 mètres à — 4 mètres, *Q4*. Wemmelien.

154. Kauter, au Sud-Ouest de Zele : 6 mètres à — 9^{m}30, *Q*. Ledien.

155. Zele, village (68, p. 11), 1895 : 6 mètres à — 8^{m}50, *Q4*. En bas de — 4 mètres, un sable gris avec de la *tourbe*. Ledien.

156. Zele, gare : 5 mètres à — 11 mètres, *Q4*. Asschien.

B. *Feuille 14, Lokeren, pl. 4.*

157. Sainte-Anne (44, p. 247) : 5 mètres à — 1^{m}10, *Q4*; — 1^{m}10 à — 5^{m}50, *Q4m*; — 5^{m}50 à — 7^{m}20, *Q4m*, sable grossier, rares petits cailloux, débris de coquilles et quelques *nummulites*. Rupelien.

158. Lokeren : 5 mètres à — 17 mètres, Moderne et *Q*. Asschien.

159. Mille-Pommes (49) : 13 mètres à — 5 mètres, *Q*. Rupelien.

160. Sinay (44, p. 249; 49) : 6 mètres à — 2^{m}50, *Q4*. Cailloux à la base. Rupelien.

C. *Feuille 14, Lokeren, pl. 3.*

161. Puivelde (44, p. 248; 49) : 6 mètres à 4^{m}70, *Q4*. Rupelien.

162. Moerbeke : 5 mètres à — 1^{m}50, *Q4*. Rupelien.

D. *Feuille 14, Lokeren, pl. 2.*

163. Zwarten Ruiter (44, p. 250) : 5 mètres à — 2^{m}50, *Q4*; — 2^{m}50 à — 9 mètres, *Q4m*, sable, petits fragments de coquilles marines; — 9 mètres à — 10^{m}75, *Q1m*, graviers, gros cailloux, débris de dents et d'ossements. Rupelien.

164. Zwartenberg (44, p. 250; 49) : 5 mètres à — 6^{m}50, *Q4*; — 6^{m}50 à — 7 mètres, *Q4m*, gravier, débris de coquilles et cailloux.

165. Stekene : 7 mètres à 4^{m}50, *Q4*; 4^{m}50 à 4 mètres, *Q1*. Rupelien.

E. *Feuille 15, Anvers, pl. 1.*

166. Grauwensteen : 6 mètres à $2^{m}90$, *Q4*. Rupelien.

167. Kemsekestraat : 5 mètres à $1^{m}70$, *Q4*. Rupelien.

F. *Feuille 14, Lokeren, pl. 2.*

168. Kapellebrug : 5 mètres à — $7^{m}70$, *Q4*. Poederlien.

169. La Clinge (48, p. 680) : 5 mètres à — $0^{m}50$, *Q4*; — $0^{m}50$ à — $1^{m}70$, sable *tourbeux*; — $1^{m}70$ à — $6^{m}70$, sable; — $6^{m}70$ à — $7^{m}70$, *Q4m*, sable avec traces de coquilles marines. Poederlien.

Grâce à l'obligeance de M. Mourlon, j'ai pu examiner plusieurs échantillons de ces sondages, dont voici les résultats :

1 (125). Watervliet : — 17 mètres à — $18^{m}50$.

Sable grossier, cailloux et galets de silex et de quartz, fragments d'os de baleine et de septaria. Coquilles pliocènes, *Astarte Omalii* et *Astarte* spec., *Pecten, Turritella, Cyprina, Corbula gibba, Lingula,* roulés et endommagés. Ce mélange rappelle vivement *Q1*, le Diluvium le plus ancien de Hoboken. Pourtant, une quantité de débris de *Cardium edule* me fait penser que ce n'est que *Q1*, remanié par les vagues d'une mer plus récente. Une petite *Cyclostoma* y a été amenée par l'eau douce.

2 (125). Watervliet : — $14^{m}80$ à — $15^{m}30$.

Principalement des débris de *Cardium edule,* avec quelques *Hydrobia ulvae.* Deux coquilles d'eau douce, un couvercle de *Bythinia tentaculata* et un exemplaire très bien conservé de *Neritina fluviatilis,* avec des couleurs originales.

5 (147). Assenede : — 12 mètres à — $18^{m}50$, comprenant trois couches coquillières et une couche de sable sans fossiles :

a. — $16^{m}25$ à — $18^{m}50$. Cailloux de silex et de quartz, jusqu'à $1^{cm}5$. Beaucoup de débris de *Cardium edule,* petit fragment de *Mytilus edulis* et deux d'une *Tapes,* peut-être *Tapes aureus.*

b. — 15 mètres à — $16^{m}25$. Débris de bois, comme les vagues en jettent sur la plage, galets de silex et de quartz, une dent de poisson. Débris de coquilles, principalement *Cardium edule,* quelques individus de *Hydrobia ulvae,* deux fragments ayant appartenu probablement à une *Tapes.*

9 (146). Vieruitersten : — 6 mètres à — $10^{m}70$.

Sable grossier avec quelques fragments de coquilles, surtout de *Cardium edule,* une petite *Planorbis.*

10 (157). Sainte-Anne : — 5^{m}50 à — 7^{m}20.

Sable grossier avec traces méconnaissables de coquilles.

13 (163). Zwarten Ruiter : — 2^{m}50 à — 9 mètres.

Sable grossier avec cailloux isolés de quartz et de silex, traces de débris de coquilles, aucun *Cardium* reconnaissable.

Les échantillons de :

5 (147). Assenede : — 12 mètres à — 13^{m}25; — 16^{m}25 à — 18^{m}50;

7 (148). Bouchaute : — 9 mètres à — 15 mètres, s'étaient malheureusement mêlés par suite de la brisure des flacons. Le mélange contenait des galets bien roulés de silex noir et de quartz blanc jusqu'à 1 centimètre et des cailloux subangulaires de silex jusqu'à 2 centimètres. Ensuite des fragments, en grande majorité de *Cardium edule,* quelques *Hydrobia ulvae,* une petite *Mactra solida.* Ensuite une petite *Nassa (reticulata?),* la charnière d'une *Tapes.*

Résumant les trouvailles dans les échantillons de ces sondages, je constate :

1° Qu'à Sainte-Anne, le plus à l'intérieur, je n'ai pu distinguer que des traces méconnaissables de coquilles;

2° Des fragments reconnaissables et des coquilles entières de *Cardium edule* dans la majorité des autres sondages. C'était toujours la variété d'eau *saumâtre,* à test mince et de petite taille, jamais la forme normale de la mer ouverte;

3° Plusieurs petites coquilles d'eau douce;

4° Quelques fragments d'une *Nassa (reticulata?)* et probablement de *Tapes,* qui se retrouvent dans la faune caractéristique eemienne de la Néerlande et de la partie profonde du sondage d'Ostende. Ces fragments sont cependant trop insignifiants pour paralléliser la faune entière à l'Eemien; ils peuvent avoir été remaniés, d'autant plus que

5° J'ai constaté dans quelques sondages la présence de coquilles pliocènes bien reconnaissables, qui ont été remaniées sans aucun doute, comme les fragments de septaria et d'os de baleine, oligocènes et pliocènes et même ceux de quelques coquilles et nummulites éocènes.

En résumé, les coquilles marines, ou leurs débris reconnaissables, ont été trouvées dans les sondages suivants :

123. Eecloo : — 13^{m}40 à — 15^{m}80. Coquilles marines, *Cardium edule* très nombreux.

125. Watervliet : — 13 mètres à — 13^{m}30. Sable avec débris de

coquilles marines; — 14^{m}80 à — 15^{m}30. Sable avec *Cardium edule, Hydrobiae ulvae;* — 17 mètres à — 18^{m}50. *Cardium edule.*

138. Beirvelde : — 3 mètres à — 4^{m}30. Sable coquillier; — 5^{m}10 à — 8^{m}80. Sable coquillier; — 8^{m}80 à — 10 mètres. Sable très coquillier, *Cardium*; — 11 mètres à — 11^{m}90. Coquilles.

146. Vieruitersten : — 6 mètres à — 10^{m}70. *Cardium edule.*

147. Assenede : — 12 mètres à — 18^{m}50. *Cardium edule, Mytilus edulis.*

148. Bouchaute : — 9 mètres à — 15 mètres. Sable avec coquilles.

157. Sainte-Anne : — 5^{m}50 à — 7^{m}20. Débris méconnaissables.

163. Zwarten Ruiter : — 2^{m}50 à — 9 mètres, petits fragments de coquilles marines, *Cardium edule.*

164. Zwartenberg : — 6^{m}50 à — 7 mètres, débris de coquilles.

Les coquilles, plus ou moins distinctes, se trouvent donc aux profondeurs suivantes :

1 (125).	Watervliet	— 17^{m}00 à — 18^{m}50
2	—	— 14^{m}80 à — 15^{m}30
3 (123).	Eecloo	— 13^{m}40 à — 15^{m}80
4 (125).	Watervliet	— 13^{m}05 à — 13^{m}30
5 (147).	Assenede	— 12^{m}00 à — 18^{m}50
6 (138).	Beirvelde	— 11^{m}00 à — 11^{m}90
7 (148).	Bouchaute	— 9^{m}00 à — 15^{m}00
8 (138).	Beirvelde	— 8^{m}80 à — 10^{m}00
9 (146).	Vieruitersten	— 6^{m}00 à — 10^{m}70
10 (138).	Beirvelde	— 5^{m}10 à — 8^{m}80
11	—	— 3^{m}00 à — 4^{m}30
12 (163).	Zwarten Ruiter.	— 2^{m}50 à — 9^{m}00

On voit par ce tableau que les traces distinctes de l'influence de la mer se trouvent entre — 2^{m}50 (à Zwarten Ruiter) et — 18^{m}50 (Watervliet et Assenede), et je crois peu probable qu'il y en ait eu encore plus haut, attendu que le sable y est toujours noyé dans la nappe phréatique.

Autant que j'ai pu voir, il n'est question que de la faune marine actuelle, non de la faune flandrienne assez différente, ce qui s'accorde fort bien avec les résultats du sondage d'Ostende.

Il en est de même de ceux de plusieurs sondages exécutés en 1909, aux deux extrémités du canal de Zuid-Beveland, non loin de la ville de Goes.

La tourbe n'y monte jamais au-dessus de + 1 mètre (niveau d'Ostende), et ne descend jamais plus bas que — 2^{m}20. Elle est, en général, couverte d'argile, parfois mêlée de sable.

Sous la tourbe on rencontre de nouveau de l'argile, qui est, vers la profondeur, de plus en plus remplacée par du sable; elle ne va pas en dessous de — 6m50. Ce sable est généralement fin et très fin, parfois mêlé d'un peu de petit gravier qui n'atteint qu'exceptionnellement 7 millimètres. Il se compose de silex, quartz, lydite, calcaire gris. Je regarde ce gravier non pas comme Diluvium en place, mais comme du Diluvium remanié par les vagues, attendu qu'il repose sur du sable avec des coquilles récentes. On l'a rencontré entre — 18 mètres et — 21 mètres.

A — 31 mètres encore, on a rencontré les coquilles de la faune actuelle, des *Ostrea edulis* à test épais, des *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Scrobicularia piperata*, *Tapes pullastra*, *Hydrobia ulvae*, *Risoa* sp. Nulle trace de la faune eemienne. En dessous de 31 mètres commence le Pliocène bien reconnaissable.

L'étude de la carte (pl. XVII) montre un assemblage de grandes profondeurs (carrés et triangles ouverts) au Nord de Gand, un second, de moindre importance, vers l'Est, vers l'ancien Rupel.

Des groupes de sondages, qui ont atteint le sous-sol au-dessus du zéro (points), indiquant le voisinage du rivage, s'observent au Sud-Est de Gand, de même qu'au Nord de Mille-Pommes et de la colline de Saint-Nicolas. Le contraste entre cette « vallée gantoise », ancienne embouchure, avec des profondeurs vers 20 mètres et davantage, et l'embouchure actuelle, dont les profondeurs ne dépassent que très exceptionnellement 10 mètres, saute également aux yeux.

Vers l'intérieur, la vallée gantoise se prolonge donc principalement vers l'Est, dans la vallée de l'ancien Rupel. Même à Oppuers, le Pleistocène descend encore jusqu'à — 31 mètres (s'il est exact, ce dont je doute!). Du reste, il y aurait à Vilvorde une profondeur de — 15 mètres. Les parties inférieures de la Lys et de la Dendre ont également le Pleistocène descendant très bas, et il pourrait bien en être de même de l'Escaut en amont de Gand, mais nous manquons de données à ce sujet.

Il paraît ensuite résulter de ces sondages que la basse Senne, en aval de Vilvorde, ne coulait pas directement vers le Nord, comme elle le fait aujourd'hui, mais plutôt vers l'Ouest, ensuite vers le Nord, pour rejoindre le Rupel à Boom.

Entre le Démer et la Grande-Nète se trouvait également une rivière qui a totalement disparu (sondages 76-79), si ce n'est pas cette dernière qui en soit résultée.

CHAPITRE IV.

Retrait final de la prétendue mer flandrienne. Fermeture de la vallée gantoise.

J'appelle « vallée gantoise » la région basse près de Gand, où le Pleistocène atteint la grande épaisseur de 20 mètres et au delà, et où il y a eu une embouchure de l'Escaut pleistocène. Je donne ce nom par analogie avec la vallée gueldroise, sur la limite des provinces d'Utrecht et de Gueldre, où le Rhin a eu une embouchure analogue dans la mer du Nord. J'en parlerai dans un chapitre suivant (VIII).

Dans son grand travail (49), M. Rutot consacre un chapitre spécial (IV) à la *Formation du régime fluvial du bassin de l'Escaut,* auquel l'inondation marine aurait cédé sa place. Voici un résumé de ses idées.

La cause unique du retrait de la mer flandrienne est la hausse du sol, qui amena les rivières à retrouver et à recreuser leurs vallées que la mer avait érodées d'abord et remplies ensuite de sables flandriens. Le passage direct vers le Nord, exutoire le plus naturel, aurait été barré par des bancs de sable, dont l'auteur voit encore les traces dans « une ligne nette de faibles altitudes, dépassant celle de la plaine environnante, commençant à l'Ouest, à la colline de Somergem, et suivant une direction Ouest-Est, pour se souder, vers Wachtebeke [1], au haut-fond du pays de Waes ».

Une autre circonstance fut l'inégalité de ce soulèvement du sol plus fort à l'Ouest et à l'Est qu'au milieu, « les points les plus bas s'étant localisés dans les environs d'Anvers ». Il va de soi que la Dendre fut la première à profiter de cette circonstance, ensuite l'Escaut, finalement la Lys. Les difficultés qu'éprouvèrent ces deux dernières rivières, à atteindre la nouvelle voie, furent la cause des grands méandres qu'elles décrivent.

Dans les détails, des variantes sont possibles. Diverses raisons (qui ne sont pas citées) portent M. Rutot à croire que la Lys, à partir de

---

[1] Plutôt Saint-Paul, non loin de Saint-Nicolas ; Wachtebeke est encore *tout au milieu* de la basse plaine.

Deynze, a suivi d'abord la vallée de la vieille Caele, contournant Gand au Nord. Elle forma un lac entre Mendonck et Stekene, remonta dans la vallée d'un ruisseau qui se jetait dans ce lac, déborda vers le Sud, et ainsi fut créé le cours de la Durme actuelle vers la Dendre et l'Escaut actuel.

Il serait toutefois permis de voir dans la Caele-Durme la continuation directe de la Mandel, qui descend des hauteurs à l'Ouest, fait un coude brusque à Marckegem et se jette actuellement dans la Lys à Zulte. Tout d'abord, la Mandel se serait prolongée vers la Durme actuelle; plus tard, elle aurait rejoint la Lys à Deynze, ensuite plus en amont à Gottem, finalement à Zulte.

L'Escaut aurait éprouvé des difficultés analogues, formé un lac à Destelbergen et les « immenses méandres de Calcken et de Wichelen », avant d'avoir creusé un lit utilisable jusqu'à la Dendre.

Avant d'aller plus loin, je voudrais faire plusieurs observations :

1° M. Rutot ne nous dit pas de quelle manière s'est formée la dépression, causant le lac entre Mendonck et Stekene. J'y vois un lit de rivière, ensablé en aval de ce village.

2° La Mandel utilise entre Marckegem et Zulte un ancien méandre de la Lys, qui se continue jusqu'à Gottem.

D'ici à Deynze, on en voit un second. Évidemment, la Caele n'est donc qu'une *branche* de la Lys, devenue indépendante et utilisée actuellement par une véritable rivière latérale, la Mandel. La vallée de la Caele-Durme a donc été *creusée* par l'eau de la Lys, non par celle de la Mandel, qui n'a fait que l'*utiliser*.

3° Le lac de Destelbergen. M. Rutot ne nous dit pas l'origine de la dépression de ce lac, mais parle dans le même passage des « immenses *méandres* de Calcken et de Wichelen ». Pour moi, le lac de Destelbergen n'est qu'un méandre à son tour; sur la Carte au 40 000e, on voit parfaitement au centre une petite hauteur de 6 mètres, au milieu de prairies. Évidemment, ce n'est que la presqu'île, contournée par le méandre, qui fut coupée plus tard par le nouveau lit de l'Escaut.

M. Rutot (49, p. 62) ne fait mention que tout en passant des « nombreuses hypothèses, fondées presque uniquement sur des documents anciens ou sur des observations géographiques, émises depuis plus d'un siècle par les auteurs qui ont cherché à connaître les cours anciens de nos rivières ». La matière me paraît suffisamment intéressante pour en dire davantage, principalement la question de savoir si l'Escaut a eu, *dans les temps historiques*, une communication directe avec la mer au Nord de Gand.

Les deux derniers auteurs qui se sont occupés de cette question sont M. A.-K. Van Werveke (43), en faveur, et M. E. Cambier (65), en défaveur; ce dernier donne une liste des combattants.

Les avocats de la communication directe sont : Vredius, Des Roches, Vifquain, David, Marchal, Van Raemdonck, Verstraete, Van Overloop, Heins et Van Werveke (43). Les antagonistes sont : De Bast, Belpaire, le général Renard, Wauwermans et Cambier (65). A l'exception du dernier, qui est plutôt géographe, il n'y a aucun véritable géologue parmi les combattants. La conséquence en est que leurs arguments nous paraissent souvent bien singuliers.

Ils n'ont aucune idée de perspective chronologique et confondent les événements d'un passé bien lointain avec ceux des derniers siècles.

Les principaux arguments en faveur de la thèse sont les suivants :

1° L'Escaut a été très longtemps la limite entre deux pays voisins, du temps des Romains, des Mérovingiens, des Carlovingiens, encore au traité de Verdun, en 843. A partir de Gand, cette limite se continue vers le Nord, au lieu de suivre l'Escaut vers l'Est. On en tire la conclusion qu'il aurait changé son cours vers le Xe siècle.

Je rappelle ici un passage de M. Cornet (59, p. 274). « Dans les problèmes touchant à l'histoire des vallées, les considérations *morphologiques* ne peuvent rien prouver; elles ne sont qu'un point de départ, elles soulèvent des questions, elles peuvent faire pressentir la solution, mais la preuve décisive est toujours le dépôt alluvial, trouvé dans des conditions qui ne laissent aucun doute sur son origine et son âge. » On n'a qu'à changer l'adjectif « morphologiques » en *archéologiques* pour rendre la phrase applicable à notre cas particulier. Le fait invoqué est remarquable sans doute, mais il ne saurait jamais *prouver* la présence d'une rivière, à défaut de la moindre preuve géologique.

2° Gand était port de mer du temps de Charlemagne; les Normands y ont hiverné en 879, 880 et 881. L'objection qu'on ne voit aucune trace de cette communication vers le Nord est réfutée par les défenseurs de la thèse, par la comparaison avec Damme, dont il est historiquement établi que c'était un port de mer important au XIIIe siècle, après Bruges et avant L'Écluse. Une objection contre cette réfutation est que l'argile, dépôt incontestable de la mer, vient jusqu'à Damme, mais reste à une distance notable de Gand, dépassant à peine la frontière néerlandaise.

Quant aux Normands, il est connu qu'ils ont hiverné aussi à Courtrai, Louvain, Elsloo lez-Maestricht, où ils ne pouvaient arriver qu'en remontant les rivières actuelles.

Aujourd'hui on voit des bateaux à vapeur traverser la mer du Nord et remonter le Rhin jusqu'à Cologne, qui se trouve bien plus loin à l'intérieur que Gand en suivant l'Escaut actuel.

M. Van Werveke, qui traite la chose en détail, guidé par de nombreux actes du moyen âge, figure entre Gand, Stekene et Bouchaute tout un réseau de bras de l'Escaut-Lys, liés entre eux par des bras transversaux. Le tout rappelle vivement le réseau semblable des provinces de la Hollande méridionale et de la Zélande, qui s'est tant appauvri et simplifié dans les cinq derniers siècles.

En réalité, il y a toute une échelle d'importance dans les bras de ce réseau belge. Il y en a qui sont utilisés de nos jours pour la navigation, comme l'Escaut, la Lys et la Durme. D'autres ne servent qu'au drainage de la contrée environnante, une troisième catégorie est presque tombée en décadence, de sorte que souvent on ne saurait dire si l'on a affaire à une rigole creusée ou bien à la dernière trace d'un cours d'eau naturel. Cette circonstance nous conduirait à admettre leur plus haute antiquité et serait défavorable à l'hypothèse de la communication directe de Gand vers le Nord dans les temps *historiques*, puisque ce sont principalement les rigoles qui vont de Langerbrugge (Gand) à Bouchaute, Assenede et Sas-de-Gand.

Parmi ces rigoles, il y en a une qui m'intéresse spécialement : c'est l'Oudenbosch-Leede (Leedebeek), qui *paraît* relier la Durme à Lokeren et l'Escaut à Gendbrugge. M. Van Werveke, en la visitant, fut surpris de voir que ce n'est pas un cours d'eau *continu*, mais qu'il y en a deux sans communication, séparés à Loobosch (Loobsel de la carte). La partie orientale, de beaucoup la plus importante, a une largeur de 3 mètres environ et est en communication ouverte avec la Durme. La marée y entre librement.

La partie occidentale, au contraire, n'est qu'un misérable fossé dont la largeur descend parfois au-dessous de 1 mètre et qui ne sert qu'au drainage local. Comme M. Van Werveke (*loc. cit.*, p. 55) le remarque, « le Bas-Escaut n'y refoule jamais l'eau ».

Malgré cela, il est pour moi hors de doute que ces deux moitiés, si inégales, sont les restes d'un véritable bras naturel de l'Escaut. Probablement, il se bifurquait à Lokeren, une branche allant au Nord vers Stekene, etc., une autre à l'Est. De même que dans de nombreux cas analogues, certains bras de ce réseau sont tombés en décadence, entre autres l'Oudenbosch-Leede ; la partie inférieure restait en communication avec la Durme et a été bien entretenue par l'homme, la partie

supérieure devenait un ruisseau latéral de l'Escaut, qui érodait son lit de plus en plus.

La West-Leede nous offre un cas semblable, mais plus avancé; la partie supérieure, entre Meerhoutstraat et Muide (Gand), a disparu totalement.

La Zuid-Leede (Zwarte Gracht) et la Noord-Leede (Moervaart) sont *à mes yeux* des canaux artificiels. La dépression intermédiaire (lac de M. Rutot), entre Wachtebeke et Exaerde, est le lit de rivière naturel, qu'on voit encore se continuer jusqu'à Stekene.

En septembre 1910, j'ai fait une excursion entre Hulst et Stekene pour suivre les traces du bras de rivière sus-nommé. En amont de ce village, la vallée en est bien marquée, sur la carte au 20 000e, par des prairies et des fossés, entourés de la courbe de niveau de 4 mètres. Le canal de Stekene, qui les draine, se poursuit vers le Nord-Ouest, le Nord et le Nord-Est, prend le nom de Gentsche Vaart et indique, à grands traits, la continuation de la vallée. La rive droite ou du Sud-Est en est fort distincte à Stekene, où elle atteint une hauteur de 10 mètres, et le long de la chaussée vers Dry-Schouwen (Saint-Gilles), qui est à 8 mètres. La chaussée d'ici à La Trompe (Hulst) descend visiblement vers la vallée. Cette colline de Stekene m'a paru être la surface originale, un *témoin,* plutôt qu'un sable mobile aplani.

La rive gauche ou du Nord-Ouest est, en général, au niveau de 6 mètres et porte les hameaux de Terlink, Heikant, Prekershof et Hellestraat.

La vallée elle-même se trouve à 4 mètres environ (M. Cambier [65, p. 73] parle d'une dépression de 4m20) et est très distincte : 1° au point où la chaussée de Terlink à Stekene tourne de l'Est au Sud-Est; 2° à l'Est du hameau de Heikant, dans les prairies, où un combat s'est livré en 1703; 3° entre les hameaux de Prekershof et de Kiekenhaage, où les prairies sont traversées par le canal. Elle décrit plusieurs méandres autour de péninsules que le canal, plus droit, coupe, entre autres, tout près et à l'Est de Terlink (5 à 6 mètres) et entre Heikant et Kiekenhaage (6 à 7 mètres). La vallée se perd un peu au Sud de La Trompe; je suis convaincu qu'elle s'est continuée jadis vers le Nord-Est, comme l'indiquent les courbes de 4 et de 3 mètres. La Gentsche Vaart se courbe ici du Nord-Est au Nord-Nord-Est et se termine contre un petit chemin de sable entre la douane belge et l'ancien fort Saint-Jean, dont les fossés ne sont en communication, ni avec le canal précité, qui draine vers le Sud, ni avec le fossé, qui draine vers le Nord, vers Hulst et qui porte également le nom de Gentsche Vaart.

Je n'attache pas beaucoup d'importance à l'observation de M. Cambier (65, p. 75) qu'il n'y a, dans cette contrée, aucune trace d'une ancienne crique de l'Escaut. Ces traces se sont oblitérées probablement et, du reste, on voit encore une crique bien visible, jusqu'à mi-chemin entre Hulst et Saint-Jan-Steen, pénétrer dans le terrain sableux.

Le bras de rivière de Stekene, que je viens de décrire, s'étant encombré, le courant de l'eau de la Lys fut probablement renversé et dirigé vers Lokeren et l'Escaut. Ensuite, la dépression au Sud-Ouest de Stekene se remplissait de tourbe, qui fut enlevée plus tard, et l'homme, pour le drainage local et pour la navigation, a probablement creusé deux canaux, l'un ayant pour *bord* la *rive* septentrionale (Noord-Leede ou Moervaart), l'autre la *rive* méridionale (Zuid-Leede — Zwarte Gracht). Chaque canal n'a donc qu'*une* seule digue (en général).

Voyant comment les parties supérieures de l'Oudenbosch-Leede et de la West-Leede sont devenues presque méconnaissables, je crois très possible que les fossés ou rigoles, au Nord et au Nord-Est de Langerbrugge, soient aussi des bras naturels de la Lys, comme le veut M. Van Werveke.

Cependant l'allure générale de l'appauvrissement du delta était que les bras septentrionaux disparaissaient aux dépens des orientaux, et je crois tout à fait impossible qu'ils aient pu être utilisés par la navigation. Comme M. Cambier (65) le dit, les commerçants auront simplement remonté l'Escaut actuel pour arriver à Gand, dont la prospérité est plus ancienne que celle d'Anvers (1).

Il ne nous dit pas pourquoi Gand est devenu un centre de commerce. Je crois l'explication de ce fait assez simple : Gand est l'endroit le plus à l'intérieur qui pouvait être atteint par les navires d'un certain tonnage, puisque l'Escaut en aval de Gand se forme par la réunion de deux rivières à peu près égales, l'Escaut et la Lys.

Probablement au VIIIe siècle, l'Escaut occidental n'existait pas encore, de sorte que les navires arrivaient soit par l'Escaut oriental, soit par l'embouchure du Rhin-Meuse et par l'Eendracht.

Plus tard, Anvers l'a emporté sur Gand, parce que le tonnage des vaisseaux de mer devint plus considérable et la communication avec la mer plus facile par la destruction progressive de la tourbe zélandaise.

---

(1) Gand est mentionné la première fois au VIIe siècle, Anvers au VIIIe, et était port de commerce déjà au Xe siècle. Pendant les croisades, Anvers était la ville la plus riche des Flandres, *après Gand* et Bruges.

Le canal de Gand à Sas-de-Gand existait déjà en 1323; il fut recreusé de 1547 à 1551 et de nouveau, sous le règne de Guillaume Ier, en 1827. M. Van Werveke (43, pp. 19 et 20) en dit : « Le canal n'était qu'une ancienne rivière canalisée, un bras de la Durme rendu à la navigation », sans toutefois en donner une preuve convaincante pour le géologue. Or, celui-ci, consultant une carte topographique munie de courbes de niveau (au 20 000e), voit immédiatement qu'il y a une très grande exagération dans cette assertion.

Il y a d'abord un méandre assez allongé de la Lys, partant de la station du Rabot, rebroussant à Meulestede, par le Béguinage à l'Escaut, et caractérisé par les prairies le long de la Vieille-Lieve et du Rietgracht. Il ne paraît pourtant pas que le canal marin en a beaucoup profité, il a été creusé plutôt dans la presqu'île que contourne ce méandre. Ensuite le canal traverse le dos entre ce méandre (Lys) et la Vieille-Caele et profite, en effet, de la vallée de cette dernière. D'abord on a voulu l'atteindre aussi vite que possible, pour la suivre aussi loin que possible : de là la courbe au Sud de Langerbrugge, qui a été coupée plus tard. Le canal suit la vallée jusqu'à l'arrêt du chemin de fer entre Langerbrugge et Terdonck et a été creusé plus loin dans la pente naturelle du sol, très peu accidenté.

Toutes les traces d'anciens cours d'eau ou de vallées bien reconnaissables au Nord de Gand vont donc de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est; celles qui sont dirigées directement au Nord sont très sujettes à grave caution.

Un argument contre l'hypothèse mérite un instant notre attention. Il a été émis par le général Renard (43, p. 15) sous cette forme : « Une chaîne de hauteurs passant par Selzaete, Stekene, Saint-Gilles et la Tête-de-Flandre constitue une *barrière* qui, quelque faible qu'elle paraisse, n'a pu être franchie par les eaux réunies de la Lys et de l'Escaut. » Pour moi, cet argument est de peu de valeur; visitant la contrée, j'y ai observé bon nombre de *sables mobiles*, surtout le long de la vallée tourbeuse du Moervaart. Ils ont pu prendre naissance en tout temps, être plus récentes que la prétendue rivière.

La raison de leur présence me paraît assez simple aussi. Il y a une crête peu importante (barre de M. Rutot), produite par l'intersection de deux pentes, à savoir : 1° la pente naturelle vers le Nord; 2° une pente plus récente vers le Sud, produite par le ruissellement vers la vallée de l'Escaut, se creusant de plus en plus.

Je ne doute nullement (pas plus que M. Rutot) que les eaux réunies de la Lys et de l'Escaut n'aient coulé jadis à un niveau plus élevé au-dessus des faibles crêtes qui les séparent actuellement. Comme je l'ai esquissé en 1895 déjà (46, pp. 75 et 76), le delta était plus compliqué à l'origine, la Caele-Durme ne formant qu'une simple branche de la Lys. Creusement et simplification suivirent ensemble, la Caele se sépara de la Lys, plusieurs branches secondaires s'éteignirent, les septentrionales d'abord, les orientales ensuite, et ainsi se formait graduellement le simple réseau d'aujourd'hui. C'est ainsi que je me représente la « fermeture de la vallée gantoise », uniquement par action fluviale.

CHAPITRE V.

Les enchaînements dans le monde ... des fausses hypothèses.

A

On ne saurait nier que le Flandrien a son facies marin démontré par la présence de véritables coquilles marines dans plusieurs sondages, mais, malheureusement, l'extension en a été énormément exagérée par M. van Ertborn dans ses levés de 1880 et des années suivantes et par M. Rutot dans son grand travail de 1897 (49) et plusieurs publications postérieures.

M. van Ertborn, décédé en 1909, supposa que la transgression marine flandrienne s'était étendue au delà d'Aerschot sur le Démer et avait couvert des collines qui atteignent actuellement 55 et même 57 mètres. C'est joli, sans doute !

Pourtant, il a appuyé sa manière de voir de quelques arguments que voici :

1° (13) Il a calculé sur la planchette au 20 000e de Boisschot (24, Aerschot, pl. 3) le nombre de sondages qui ont atteint du gravier dans le sable, et en a donné le petit tableau suivant :

Sondages.	Parallèle (1).	Pourcentage.	Épaisseur moyenne du sable.
1-7	51°5′	17	1m23
8-14	51°4′	20	1m62
15-21	51°3′	15	1m47
22-28	51°2′	57	1m79
29-35	51°1′	87	2m06

(1) Notation du réseau décimal.

On voit au premier abord que le sable augmente en épaisseur et en teneur en gravier du Nord au Sud, d'où il tire la conclusion exacte (*loc. cit.*, p. 9) « que les courants qui ont amené les dépôts campiniens ne sont pas venus du Nord, comme le croient certains géologues » (lesquels?); « dans ce cas, en effet, les éléments grossiers auraient été plus abondants dans cette direction. Ces chiffres sont presque identiques à ceux de Heyst-op-den-Berg (24, Aerschot, pl. 2) et de Putte (24, Aerschot, pl. 1), situés sur les mêmes parallèles. » On voit que la conclusion est assez négative, stérile par conséquent, et qu'il n'osa pas se prononcer pour une origine méridionale (Dyle ou Gette) que je crois être à portée de la main.

2° Un autre moyen pour arriver à une conclusion sur le point d'origine des sables et graviers, est développé dans 17. Il se base sur la topographie. « La forme allongée de ces collines (autour d'Aerschot), dans la direction de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est, indique clairement que les courants qui ont donné à la contrée son relief actuel venaient de l'Ouest-Sud-Ouest. Le fait n'est pas accidentel, car tous les reliefs du sol de la province d'Anvers et du Limbourg sont orientés de la même manière. »

Je tiens seulement à observer que la conclusion de l'auteur me paraît fort arbitraire et que les courants peuvent aussi être venus de l'Est-Nord-Est, des sources de la Nèthe, du Démer, etc., qui coulent de nos jours vers l'Ouest-Sud-Ouest.

3° L'auteur compare la carte topographique de cette contrée à une carte hydrographique de la Manche et de la mer du Nord et voit une très grande ressemblance, surtout dans les soi-disant fausses passes, vallées qui sont le plus élevées au milieu et descendent des deux côtés vers une autre vallée. Il en décrit spécialement une qui est en relation avec le Démer. Cette petite rivière reçoit à Aerschot un confluent, la Motte, dont la vallée monte à l'Est, au Sud (par Rillaer), au Sud-Ouest et au Sud. De cette dernière direction descend aussi la Winghe ou Winkelbeek, qui se tourne vers l'Ouest, pour se jeter également dans le Démer à Werchter, bien en aval (10 kilomètres) d'Aerschot. O. van Ertborn voit dans cette curieuse vallée continue, utilisée actuellement par *deux* confluents du Démer coulant en sens inverse, un produit de l'érosion marine.

Pour moi, le phénomène que j'ai observé plusieurs fois n'a rien à faire avec cette force naturelle, mais est tout simplement la conséquence de l'appauvrissement graduel du régime hydrographique.

Déjà en 1895 (46, pp. 75 et 76), je me suis exprimé comme suit : « En somme, tout cela est uniquement l'œuvre de l'eau courante. Sous son premier régime, celui des eaux sauvages, l'eau courante édifia un vaste cône de déjection, s'aplatissant graduellement du centre vers le pourtour. Les *débuts* de l'érosion se manifestèrent au *pourtour* du cône, où le courant était le plus faible et où l'eau ne pouvait donc plus s'écouler sans suivre des chenaux déterminés. L'érosion progressa de bas en haut, allant de la circonférence au centre, et la vaste nappe des eaux sauvages se transforma peu à peu en un réseau, en un delta compliqué, formé de nombreux bras, très larges en comparaison de leur profondeur.

» A mesure que le climat s'améliorait et devenait moins humide, ces chenaux furent successivement abandonnés. Cet abandon fut tantôt rapide, tantôt si graduel, que le chenal pouvait se convertir en une vallée ordinaire, assez profondément érodée pour concentrer l'eau souterraine des environs, qui y alimenta de la sorte une rivière locale. »

Ainsi l'origine de la Winghe, coulant dans le même sens que son collecteur le Démer, est facile à concevoir. Mais il s'établissait aussi une pente en sens inverse, du point le plus élevé de la vallée abandonnée vers celle du Démer, qui s'approfondissait. Il s'y établissait un petit ruisseau torrentiel, qui se rongeait une vallée vers l'amont et faisait ainsi naître le ruisseau de la Motte.

On voit précisément la même chose à Waterscheid, près d'Asch, où le Boschbeek coule vers la Meuse, le Winterslagbeek vers le Démer, et je suis convaincu que personne ne songera jamais à invoquer les courants marins sur le haut plateau du Limbourg.

J'ai observé et décrit à plusieurs reprises des vallées analogues, notamment en 1899 (51, p. 165). Entre Toul-sur-Moselle et Pagny-sur-Meuse se trouve une vallée continue, dans laquelle coule le ruisseau de Pagny vers la Meuse, dont la basse terrasse se trouve à 245 mètres, et l'Ingressin vers la Moselle, qui a une basse terrasse à 205 mètres. Le Val-de-l'Ane est situé à 250 mètres sur la ligne de séparation de ces deux ruisseaux, et pour moi il est évident que (une branche de) la Moselle a autrefois coulé dans cette vallée vers la Meuse. La première n'a érodé sa vallée de basse terrasse que de 5 mètres, la dernière de 45 mètres, ce qui a été la cause de la plus grande longueur de l'Ingressin, quoiqu'il coule en sens inverse de la Moselle d'autrefois.

Je crois donc avoir démontré que van Ertborn, dont j'estime les tentatives d'appuyer son opinion par des arguments, n'a pas réussi à prouver l'extension marine jusqu'au voisinage d'Aerschot. Ses trois

principaux arguments permettent une explication plus simple et plus naturelle.

B

J'ai maintenant à m'occuper du grand travail (49 de 1897) de M. Rutot, qui donne à la prétendue mer flandrienne une extension plus considérable encore, jusqu'à Turnhout, Hasselt, Saint-Trond, Tirlemont, Louvain, Hal en amont de Bruxelles, Grammont sur la Dendre, Condé sur l'Escaut, bien en amont de Comines, etc.

Les arguments invoqués par M. Rutot en faveur de son hypothèse marine sont les suivants (49) :

1° (p. 53) « Les dépôts (du Flandrien) sont constitués par des sables meubles, *assez* régulièrement stratifiés, sans l'apparence tourmentée, sans les stratifications obliques si fréquentes dans les sédiments fluviaux proprement dits. »

Je réponds à cela :

Les sables marins actuels sont déposés à haute marée par une nappe étendue, les sables dans les vallées citées (Lys, Escaut, Senne, Dyle, Démer, Nèthes) l'ont été, à mon avis, également par une nappe étendue d'inondation. Quand il n'y a pas de remaniements postérieurs qui produisent les effets cités par M. Rutot, il est assez naturel qu'une nappe d'eau douce dépose le sable de la même manière qu'une nappe d'eau salée.

2° M. Rutot relève à la même page que : « A la base de ces dépôts, nous trouvons un cailloutis plus ou moins épais, constitué par des fragments plus ou moins roulés des roches dures affleurant le long des rives du *haut cours* de la rivière. Ce cailloutis représente ce qui reste des *véritables alluvions* anciennes *des rivières*, dont les parties meubles ont été remaniées lors de l'entrée dans les vallées de la mer flandrienne, etc. »

Je voudrais d'abord demander comment M. Rutot se représente une pareille érosion marine, qui est pour moi assez obscure. En Néerlande, on a vu des destructions étendues de la *tourbe* par les invasions de la mer, et aussi des pertes *locales*, mais rien qui ressemble aux phénomènes invoqués par M. Rutot. Bien au contraire, des vallées existantes *se remplissent* de sable, puis d'argile.

M. Rutot admet aussi la présence d'une alluvion ancienne *fluviale* avant l'entrée de la mer. Actuellement nous voyons couler une rivière dont M. Rutot admet le pouvoir érodant; reste à *prouver* que, dans l'intervalle entre la rivière ancienne et l'actuelle, il y ait eu un bras de

mer. *Simplex sigillum verae,* disent les Latins; je trouve beaucoup plus simple qu'il y ait toujours eu une rivière qui a alternativement déposé ses sédiments et érodé, comme cela se produisait généralement dans le Pleistocène.

3° (*Loc. cit.*, p. 56). M. Butot consacre son chapitre III au « Soulèvement du sol ayant mis fin à la période flandrienne ».

On y lit : « Pour amener l'irruption de la mer flandrienne jusqu'aux frontières du Limbourg, il a fallu admettre un affaissement du sol d'au moins 15 à 20 mètres; pour amener le départ de la mer flandrienne, il a fallu, au minimum, un ensablement *gigantesque* (1) de toute la région envahie, accompagné ou non d'un soulèvement du sol. »

(*Loc. cit.*, p. 57). « Nous constatons que le Flandrien monte, au Sud de la Flandre occidentale, jusqu'à l'altitude de 50 mètres; c'est que cette région s'est soulevée de 45 mètres. De même, au Nord de la Flandre occidentale, nous voyons que la région s'est soulevée de 13 mètres. C'est ainsi que nous pouvons évaluer à 35 mètres l'amplitude du soulèvement vers Ternath, à 25 mètres celui relatif à Bruxelles, probablement à 20 mètres celui relatif à Louvain. En continuant vers l'Est, le mouvement *semble* avoir repris d'amplitude, car, vers Aerschot, le soulèvement *semble* être compris entre 20 et 25 mètres, et à Diest, le soulèvement aurait atteint 50 mètres (p. 58). Ce qu'il faut retenir du présent chapitre, c'est donc que le départ de la mer flandrienne doit être attribué à un *soulèvement important* du sol, mais inégal, beaucoup plus ample sur tout le pourtour du bassin qu'au centre. »

Je crois avoir le droit d'exiger de cette hypothèse auxiliaire une *preuve directe* qui me paraît impossible à donner.

4° (*Loc. cit.*, p. 44). « Au point de vue de l'origine marine du dépôt, la constance du facies sableux, régulièrement stratifié, est d'abord un argument satisfaisant. » A mon avis, cette « constance du facies sableux » est la conséquence de ce que les sédiments fluviaux ne sont que des sables *marins* tertiaires remaniés. C'est donc, en réalité, du sable *marin* éocène devenu sable *fluvial* pleistocène.

5° (*Idem*). « D'autre part, les documents paléontologiques sont généralement suffisants partout où les sédiments flandriens dépassent l'épaisseur de 10 à 15 mètres. »

Cette assertion est diamétralement en contradiction avec les faits. Les preuves paléontologiques marines n'existent qu'à une certaine

(1) Je mets en italique ce qui me convient.

distance de la côte, elles font absolument défaut dans les vallées de la Lys, de l'Escaut, de la Dendre et de la Senne, où l'épaisseur des prétendus sables marins dépasse 10-15 mètres.

Et encore là où elles sont présentes, on n'a affaire qu'à des coquilles d'eau *saumâtre* (*Cardium edule*, à test mince et de petite taille), mêlées parfois de coquilles d'eau douce. Je renvoie le lecteur au chapitre III : *Sondages dans les vallées* (pp. 362 à 365). Il peut se convaincre que ces coquilles ne *prouvent* rien du tout en faveur de l'hypothèse d'une *hausse* du sol, mais s'accordent très bien avec celle d'une *baisse* séculaire assez récente, qu'on connaît en une foule d'autres endroits.

6° C'est cette baisse qui est bien établie aussi en Belgique, comme le prouvent les dépôts de tourbe, de sable tourbeux et de coquilles fluviatiles dans plusieurs sondages, dont voici l'aperçu :

14.	Groote Burkel	+ 6^m50 à + 6^m00
15.	Groote Burkel, *bis*	+ 7^m00 à + 6^m90
50ª.	Termonde. Rue Lindanus. Coquilles d'eau douce	— 8^m00
95ª.	Kieldrecht. Sable tourbeux	— 0^m80 à — 1^m10
118ª.	Gand	+ 5^m00 à + 4^m70
		+ 4^m60 à + 4^m25
		+ 2^m15 à + 1^m90
		+ 1^m90 à — 0^m30
123.	Eecloo. Sable tourbeux	— 7^m00 à — 11^m00
123ª.	Ziedelinge	+ 1^m50 à + 1^m20
125.	Watervliet. Sable tourbeux	— 1^m50 à — 3^m50
	— Tourbe	— 15^m30 à — 15^m80
130.	Heusden	— 1^m50 à — 3^m10
134.	Eenbeek-Eynde	— 7^m00 à — 9^m50
136.	Lichtelaere	— 3^m00 à — 4^m00
138ª.	In de Kroon, au Sud de Beirvelde. Couche tourbeuse, bois	— 6^m80
148.	Bouchaute. Limon tourbeux	— 4^m50 à — 5^m50
155.	Zele. Sable et tourbe	— 4^m00 à — 8^m50
169.	La Clinge. Sable tourbeux	— 0^m50 à — 1^m70

La tourbe (sable ou limon tourbeux, coquilles d'eau douce) descend donc jusqu'aux profondeurs suivantes :

1. Groote Burkel	+ 6^m90
2. Groote Burkel	+ 6^m00
3. Gand	+ 4^m70

4.	Gand	+ 4m25
5.	Gand	+ 1m90
6.	Ziedelinge	+ 1m20
7.	Gand	— 0m30
8.	Kieldrecht	— 1m10
9.	La Clinge	— 1m70
10.	Heusden	— 3m10
11.	Watervliet	— 3m50
12.	Lichtelaere	— 4m00
13.	In de Kroon	— 6m80
14.	Termonde	— 8m00
15.	Zele	— 8m50
16.	Eenbeek-Eynde	— 9m50
17.	Eecloo	— 11m00
18.	Watervliet	— 15m80

Il me semble avoir suffisamment démontré que le phénomène tectonique le *plus récent* est une *baisse* séculaire du sol. L'inondation flandrienne, imaginée par M. Rutot, exige une *hausse* du sol « ayant mis fin à la mer flandrienne », qu'il est impossible de prouver directement. Il s'ensuit que toute cette inondation peut être renvoyée à l'empire des chimères.

C

Une particularité, en Belgique, au Nord de la Sambre-Meuse, a frappé plusieurs géologues : c'est le contraste entre la direction des petites rivières. M. J. Cornet en parle à plusieurs reprises dans son important travail de 1904 (59). D'abord, il explique l'orientation remarquable des racines méridionales de l'Escaut comme suit (p. 262) :

« Il faut admettre que l'orientation commune de tous ces cours d'eau (Lys — Haut-Démer) est bien, en effet, un héritage du passé, et on peut avancer, *a priori*, qu'elle est conforme à la direction qu'ont prise ces rivières lors de l'émersion qui a suivi la dernière grande transgression marine qu'a subie le pays et à laquelle aucune région du bassin actuel de l'Escaut ne semble avoir échappé.

» En d'autres termes, la direction actuelle des rivières du bassin de l'Escaut dérive de celle des cours d'eau *conséquents* qui se sont développés à mesure du retrait de la mer du Pliocène diestien. »

Plus loin (p. 467), il s'occupe du contraste que j'ai en vue, dans les termes suivants :

« A partir de la ligne qui passe par Gand, Termonde, Malines, Diest et Hasselt, la direction *conséquente* de la Lys, de l'Escaut, de la Dendre (de la Senne), de la Dyle, de la Gette et du haut Démer est brusquement interrompue et remplacée par un écoulement Est-Ouest et Ouest-Est.

» Le Rupel, prolongé par la Dyle, puis par le Démer, de même que l'Escaut, de Gand à Termonde, et que la Durme, jouent le rôle de cours d'eau *subséquents*. D'autre part, les affluents septentrionaux du tronc Rupel-Dyle-Démer coulent d'une façon générale vers le Sud-Ouest, c'est-à-dire presque à l'encontre des rivières au Sud de ce tronc.

» Ce drainage *est en désaccord* avec le sens de l'inclinaison des sédiments *pliocènes* les plus récents (amstélo-moséens) et, par conséquent, avec la direction du retrait de la dernière mer pliocène qui ait séjourné dans le Nord du pays.

» Il s'agit d'expliquer comment il se fait que toutes les rivières du Nord de la Sambre-Meuse interrompent brusquement leur cours conséquent vers le Nord-Nord-Est et se réunissent pour former le fleuve qui passe devant Anvers. »

Il me semble que la difficulté à résoudre gît plutôt dans le contraste entre les deux groupes de racines et que M. Cornet est dans la bonne voie en exigeant pour toutes une cause commune.

L'hypothèse des racines à cours conséquent n'a du reste pas été imaginée par M. J. Cornet, mais avant 1872 par feu son père et M. Briart (7), qui se fondent sur les mêmes faits incontestables. Il m'a semblé pourtant qu'ils se sont prononcés avec plus de réserve (*loc. cit.*, pp. 254-257) :

« En se retirant de nos contrées, la mer pliocène *a peut-être* enlevé une partie des couches qu'elle avait déposées. Des cours d'eau se sont *sans nul doute* établis sur le sol émergé, en suivant les sillons produits par le retrait de la mer et ont *probablement* approfondi les sillons.

» Nous sommes donc d'avis que la *grande érosion* de nos couches tertiaires *n'a pu commencer* que vers la fin de l'époque pliocène.

» De ces diverses circonstances, nous pouvons conclure que... la dénudation n'a *pas* été *assez importante* pendant la période pliocène, pour enlever les couches jusqu'au niveau des lignes de partage actuelles. Le creusement s'est continué pendant la période quaternaire.

Le creusement du bassin de la Haine s'est donc opéré *à partir d'un certain moment* de la période quaternaire.

» Pour résumer, nous dirons : Le creusement du bassin de la Haine, en dessous du niveau des lignes de faîte actuelles, *a commencé* à s'opérer *pendant la période quaternaire.* »

On voit donc par ces citations, dont j'ai souligné une partie, que M. Cornet père était moins positif que M. Cornet fils et semblait douter de l'érosion pliocène *en pratique.*

Il a fallu longtemps avant que les autres géologues belges se soient hasardés aussi loin que M. J. Cornet.

En 1880 (21, p. 284), M. Mourlon écrivit : « Les relations intimes des cailloux roulés avec les limites des vallées et la configuration de celles-ci démontrent qu'elles ont été, *sinon totalement creusées*, au moins façonnées en grande partie à l'époque quaternaire. »

En 1881 (26, p. 86), MM. Rutot et van den Broeck s'exprimèrent comme suit : « Le Diluvium ancien (système diluvien de M. Mourlon). Ce dépôt, visible surtout au sommet des plateaux, s'est *formé avant le creusement* et l'approfondissement des vallées. » Ce n'est pas équivoque !

En 1883 (31, p. 136), M. van den Broeck écrivit : « L'érosion, *à l'époque quaternaire*, de la plaine primitive, dont les hauteurs séparant nos vallées actuelles représentent les vestiges ou témoins, a donné naissance, etc. »

En 1885 (37), M. Rutot mentionna un terme du Pleistocène $Q1c^1$ « qui a été déposé *avant* ou durant *le* grand *creusement des vallées.* Vers l'Ouest il ne constitue que des lambeaux isolés, qui se soudent, vers l'Est, à la grande plaine de la Campine limbourgeoise. »

En 1899 également, M. Rutot était encore partisan de l'érosion principalement pleistocène, en démontrant (52, p. 96) que la vallée de la Lys fut creusée jusqu'au niveau de — 15 mètres dans la première moitié de la période campinienne.

Dans sa note (53) de la même année, l'auteur répète que le Campinien occupe toujours la position la plus basse dans les vallées.

Puis, bon nombre de géologues belges, sur leur carte géologique au 40 000e, indiquent le Campinien *Q2* tout aussi bien sur les hauteurs (hautes terrasses entre autres) entre les vallées que dans le vif fond de celles-ci. L'explication de cette contradiction apparente me paraît très admissible : le Campinien a d'abord couvert la vallée de haute terrasse et ses bords voisins, puis est venue l'érosion qui a enlevé les parties

fines, sable et argile, et a fait descendre verticalement les matériaux plus grossiers, pierres et cailloux. Le temps du Campinien embrasserait donc un temps de sédimentation, suivi d'un autre d'érosion. En effet, on peut séparer ces deux dépôts, ce qui serait plus logique, mais on peut aussi les tenir réunis pour ne pas trop multiplier les termes stratigraphiques.

Je veux maintenant tenter d'expliquer les contradictions signalées par M. Cornet, et reviens à mon travail de 1895 (46), dans lequel je me suis déjà occupé de l'Escaut, davantage de la Meuse en Néerlande (pl. II). J'y ai décrit (p. 70) de quelle manière, à mon avis, la Meuse pleistocène a édifié, dans l'angle Nord-Est de la Belgique, un vaste cône de déjection, dont la pente devenait plus douce vers le contour, de sorte que l'eau s'y écoulait de plus en plus difficilement. La conséquence en était que l'érosion commença, progressant d'aval en amont, à mesure que la quantité d'eau diminuait, par suite de l'amélioration du climat. La nappe continue des eaux sauvages fut ainsi convertie en une série de ramifications (comme les branches d'un arbre) qui furent graduellement abandonnées par l'eau de la Meuse et utilisées pour le drainage local. Ainsi prit naissance, au niveau de 82 mètres, le Molenbeek, qui coule par Meeuwen et Ellicum. Ensuite le Dommel, au niveau de 75 mètres, le Tongelreep, le chenal dans lequel s'est formé plus tard la haute tourbière de Luiksgestel, près de la frontière belge, et qui se continue par le ruisseau de la Beerze vers Bois-le-Duc. En 1895, je me suis arrêté là, mais dernièrement, je me suis demandé : « pourquoi ? » Il y a encore d'autres petites rivières qui prennent naissance sur cet immense cône de déjection, et maintenant je ne vois aucune raison pour les traiter différemment. Il n'y a pas de doute que les sables et graviers le long du haut cours des deux Nèthes n'aient été déposés par la Meuse. L'eau de cette rivière y a coulé vers l'Ouest ; pourquoi donc hésiter à considérer ces deux rivières comme des branches abandonnées de la Meuse, de même que le Démer en aval de Munsterbilsen? Déjà en 1883, M. van den Broeck (31, p. 150) a fait une observation qui eût pu le conduire dans cette voie. « Au Nord du Démer, à partir de Munsterbilsen... le sol campinien est formé par un sable meuble... et sa base contient une certaine proportion de graviers et de cailloux de quartzite... Il existe parfois des amas de cailloux de quartzite, paraissant localisés vers les hauteurs, comme la carte les montre au Nord de Heesveld, ainsi que dans l'angle Nord-Est de la feuille (Bilsen)... André Dumont croyait que la vallée du Démer

marquait la limite du dépôt campinien. En réalité, ce sable se retrouve bien caractérisé *au Sud du dépôt d'alluvions* modernes qui s'étend entre Munsterbilsen et Beverst. »

Malheureusement, M. van den Broeck n'a pas tiré de cette observation importante la conclusion, qui est presque immédiate, que le Démer s'est *creusé* une vallée dans ce sable à cailloux de quartzite, qui n'est qu'un dépôt de la Meuse *pleistocène*.

M. Cornet aussi eût pu trouver la solution du contraste en *visitant* les cours supérieurs des deux Nèthes, etc., et appliquer ainsi ses propres paroles rappelées déjà plus haut (59, p. 274) : « Dans les problèmes touchant à l'histoire des vallées, les considérations morphologiques ne peuvent rien prouver; elles ne sont qu'un point de départ; elles soulèvent des questions; elles peuvent faire pressentir la solution, mais la preuve décisive est toujours le *dépôt alluvial* trouvé dans des conditions qui ne laissent aucun doute sur son *origine* et son *âge*. »

Le fait que la rivière en aval et en amont de Munsterbilsen porte le *nom* de Démer ne doit pas nous faire abandonner la bonne voie. Ces *noms* ont été donnés, il y a bien longtemps, par des hommes qui ne se souciaient nullement de géologie.

Actuellement, je n'appellerais pas « Démer » la partie au Sud de Munsterbilsen, mais plutôt le plus important des ruisseaux qui le continuent vers l'Est-Nord-Est, le Munsterbeek. La plus grande partie du Molenbeek de Herck-Saint-Lambert est dans le même cas. Sa *partie supérieure* et celle du Démer, qui viennent du Sud, ne sont que des *affluents* comparables aux deux Gette, etc.

Poursuivant le raisonnement dans ce même sens, je considère le Rupel comme la continuation directe de ce bras de la Meuse, qui est devenu plus tard indépendant, en érodant son lit de plus en plus. Mais la vallée du Rupel se continue plus loin vers l'Ouest, le long de l'Escaut actuel vers Gand et même au delà, dans la vallée naturelle qu'emploie le canal de Gand à Bruges et dont personne n'a essayé de donner une explication.

Actuellement, cette vallée est à un niveau un peu supérieur à celui de la vallée de l'Escaut à Gand, ce qui s'explique facilement par l'hypothèse que l'embouchure de Bruges ait été abandonnée par la rivière avant la fin du creusement, de même que celle de Gand a été abandonnée au profit de celle d'Anvers. Ce n'est qu'une succession de faits analogues.

En vérité, cette vallée remplit (à mes yeux) un vœu de M. Dollfuss (33, p. 10) : « Tous ces débris dénotent la présence d'un fleuve d'une certaine importance, se jetant anciennement dans la mer au voisinage d'Ostende. Ce fleuve, sans analogie avec le petit cours d'eau actuel, devait avoir un cours ressemblant à celui de l'Escaut dans sa partie *inférieure* et comme aurait été celui de cette rivière si elle eût continué sa direction première du Sud-Est au Nord-Ouest, au lieu de tourner brusquement au Nord-Est comme elle le fait à Espierres. »

Notre vallée est aussi assez bien dans le prolongement de l'ancien Zwyn, le port de Bruges du temps de sa grande prospérité. A mon avis, ce n'est pas une chose accidentelle. Le Zwyn doit probablement son origine aux irruptions de la mer dans la vaste couche de tourbe, dont une grande partie a été détruite. En ce point elle aura trouvé accès facile par une petite rivière, prolongement de la Waerdamme inférieure et de la vallée dont je viens de parler. Cette rivière aura tenu ouvert un canal à travers la tourbe dans la mer, qui en a profité pour commencer ses dévastations pendant une période d'abaissement séculaire. Pour moi, il en est précisément de même de la concordance de la vallée gantoise et du Braakman, large crique, envasée en grande partie, qui divise en deux la Flandre zélandaise.

A mes yeux, les Deux-Nèthes et le Démer sont tout aussi bien des rivières *conséquentes* que les racines de l'Escaut, de la Lys à la Gette, toutes suivent la pente naturelle du sol. Pour les racines méridionales, c'est le fond de la mer diestienne venu à sec; pour les racines septentrionales, c'est le cône de déjection de la Meuse *pleistocène* (campinienne); pour la Meuse elle-même, la haute terrasse (Liége, Namur, etc.), prolongation directe de ce cône.

Or, le creusement de ces racines-ci et de la Meuse elle-même est évidemment postérieur à l'édification du cône et de la haute terrasse et la conséquence de l'appauvrissement des eaux sauvages.

Cependant le raisonnement ingénieux de M. Cornet (59, p. 273) paraît très acceptable : « On peut dire que, pour la Belgique presque tout entière, le retrait de la mer diestienne a été le commencement du régime continental sous lequel nous vivons aujourd'hui. La régression est donc le vrai *point de départ* de l'origine de nos cours d'eau. » La première affirmation me paraît presque un axiome, mais, dans la seconde, je voudrais ajouter un adjectif et écrire : « point de départ *théorique* ». Quant au point de départ *pratique*, c'est autre chose et il me semble que dans la confusion de ces deux se trouve l'origine de la contradiction.

Pour creuser une vallée, il faut de l'eau courante; l'époque pleistocène la donnait en abondance, mais quant à la pliocène, *nous n'en savons rien!* Aussi M. Cornet dit lui-même (59, p. 427) : « Jusqu'à la fin de l'Amstelien l'érosion continentale ne devait présenter qu'une activité *très modérée* sur la surface de la plaine côtière en pente douce qui constituait notre pays. » Évidemment, il y a eu de la pluie, autrement les vies végétale et animale eussent été impossibles, mais, quant à la quantité annuelle et à la répartition dans les saisons, *nous n'en savons rien!* Je ne veux pas fabriquer des hypothèses gratuites à mon tour, mais je puis très bien me représenter des pluies suffisantes, mais très modérées et réparties également durant toute l'année, incapables de causer *pratiquement* une érosion sensible.

En somme, je crois préférable de « revenir à mes (anciens) moutons » et d'admettre que le creusement pratique de toutes les vallées en Belgique ait eu lieu simultanément à l'époque pleistocène. De cette manière, l'unité se rétablit et on pourra se mettre à la tâche de faire disparaître de la littérature toutes ces inondations *colossales*, préconisées par M. Rutot.

Dans un chapitre suivant (VII), je décrirai un Diluvium escautien, venu du Sud et déposé au Nord du Rupel. Évidemment ce dépôt est impossible si l'on n'admet pas la postériorité du creusement Est-Ouest, qui entraîne à son tour le creusement Sud-Nord des racines actuelles de l'Escaut. On voit donc qu'il n'est pas trop difficile de faire tomber les hypothèses de l'érosion pliocène et de la transgression marine pleistocène, auxquelles se sont enchaînées d'autres fausses hypothèses.

CHAPITRE VI.

Autres dépôts d'eau douce pleistocènes.

Dans ses nombreuses publications sur le Pleistocène, van Ertborn distinguait un étage fossilifère ou tourbeux d'âge plus reculé que le Flandrien actuel, auquel il donna le nom de « Quaternaire fluviatile ».

Je veux conserver provisoirement cette dénomination et l'appliquer à la série des dépôts suivants, qui n'ont nullement un caractère diluvial, mais ressemblent davantage aux dépôts actuels. Je commencerai par les coupes plus étendues, pour passer aux sondages, qui ne les ont constatés que sur un point limité.

A. — Coupes.

1. Bassin de Batelage à Anvers (11 et 14).

Il se trouve *dans* l'agglomération au Nord de la gare du Sud. La coupe en a été étudiée par MM. van den Broeck et van Ertborn en 1879.

La base du dépôt est constituée par le Bolderien recouvert du Quaternaire ancien, dont je m'occuperai plus tard. Le premier est raviné localement par notre dépôt, qui se compose, en bas, de sable blanc stratifié obliquement. Il contient d'innombrables *coquilles* terrestres et d'eau douce, des genres : *Helix*, *Pupa*, *Limnea*, *Succinea* *Planorbis*, *Valvata*, *Pisidium*, *Cyclas*, etc., appartenant (11) à des espèces actuelles, mais à des variétés éteintes. Ce sable est recouvert d'une argile grise contenant un plus petit nombre des mêmes *coquilles*.

A différents niveaux se trouvent des couches de *tourbe*, renfermant parfois du bois, parfois des mousses et des sphaignes très bien conservées, ainsi que des *Limnea palustris* de très grande taille, des *Planorbis nautileus* et d'autres *coquilles*, preuves d'une eau tranquille. Plus au Sud, le sable jaune flandrien recouvre le tout; plus au Nord, il est remplacé par des dépôts modernes.

Les deux auteurs, avec M. Rutot, y voient le lit d'une rivière pleistocène; je ne vois pas de danger à préciser davantage et à dire : « c'est l'Escaut ».

2. Marais de Lierre (3, 20).

En 1860 fut creusé, à Lierre, un canal de dérivation de la Nèthe, l'ancien fossé de la forteresse de 1406. Entre les portes d'Anvers et de Malines et à 150 mètres de distance de celle-ci, les ouvriers trouvèrent un grand nombre d'ossements et des dents, qui furent attribués par le docteur Scohy aux espèces : *Elephas primigenius*, *Rhinoceros megarhinus*, *Rhinoceros* sp., *Equus fossilis*, *Cervus primigenius* et *Canis familiaris*. De Koninck (3, p. 411), dans son rapport à l'Académie des Sciences, hésite à décider entre les espèces *Rhinoceros megarhinus* et *Rhinoceros Schleiermacheri*, préfère l'*Equus plicidens* à l'*Equus fossilis*, et rejette le *Canis familiaris* en proposant une nouvelle espèce *Canis Liranus*. Van Beneden (3, p. 413) rejette également le *Canis familiaris*, mais défend le *Rhinoceros megarhinus*.

D'après Scohy, le gisement d'os fossiles était presque à découvert (dans la tranchée). C'était une couche très épaisse, de 15 à 25 mètres d'épaisseur, commençant directement sous le sol végétal (épais de $0^{m}35$)

et se composant d'un sable glauconifère grossier avec de petits cailloux de quartz de la grandeur d'une graine de chanvre, qu'il considère comme du sable diestien remanié et qui ne contenait aucune coquille ni caillou plus gros dans une masse de 1 000 mètres cubes.

Durant le travail, on était à 10-11 mètres sous la surface, soit à 2 mètres environ sous le niveau d'Ostende.

Le sondage 23 de van Ertborn (20) a été exécuté au même endroit, à 150 mètres au Sud-Sud-Ouest du pont de la porte d'Anvers, du côté droit du canal de dérivation ; le niveau du sol y est à la cote 7.

Il y distingua :

1. 7 mètres à 1^m70, Flandrien (Campinien d'alors), basse terrasse de la Petite-Nèthe, composé de leem bigarré et de sables de différentes couleurs.

2. 1^m70 à 0^m10, Quaternaire fluviatile, se composant de :

a. De 1^m70 à 1^m00, *tourbe* et sable *tourbeux;*

b. De 1^m00 à 0^m40, sable glauconifère;

c. De 0^m40 à 0^m10, sable glauconifère graveleux.

3. Bolderien.

Or, le squelette de Mammouth a été trouvé dans la couche *a*, par conséquent à environ 1^m50 au-dessus du niveau d'Ostende. Il me paraît donc que Scohy a simplement évalué les épaisseurs des couches, au lieu de les mesurer.

M. van den Broeck (40) a refait le sondage jusqu'à 8^m25 de profondeur. Il classe la majeure partie des 5^m30 supérieurs dans le Quaternaire fluviatile, ainsi que le soi-disant Bolderien.

3. Gisement du fort de Lierre (40).

En 1880, l'État a fait construire un fort à peu de distance au Sud-Sud-Est de Lierre. Les travaux furent visités à plusieurs reprises par M. van den Broeck, qui découvrit, surtout dans la tranchée Nord-Ouest, des traces de plusieurs cours d'eau disparus, probablement des bras de la Grande-Nèthe.

Il y distingua quatre horizons géologiques, à savoir :

1° Bolderien du sous-sol;

2° Couche sableuse, dans laquelle il put séparer :

a. Une couche de coquilles miocènes brisées et triturées, des cailloux irréguliers de silex noir ou bleuâtre, parfois très abondants. Manque parfois;

b. Un sable *tourbeux*, glauconieux, parfois brun, contenant quelques cailloux de silex dispersés. Diestien remanié. D'après la gangue, adhérant aux ossements de *Rhinoceros tichorinus*, *Elephas primigenius*, *Bos europaeus*, *Bos taurus*, *Equus caballus*, *Cervus tarandus* et *megaceros*, *Ursus arctos*, ils proviennent très probablement de cette couche-ci. Plusieurs « étaient d'une grande fraîcheur comme état de conservation »;

3° Les érosions fluviales, descendant parfois jusqu'à 2 mètres sous le zéro d'Ostende, *autre preuve de la baisse du sol.* Elles constituent le « Quaternaire fluviatile » de van Ertborn.

a. Une masse de coquilles miocènes, brisées et triturées avec des cailloux de silex noir ou blond, parfois dans un sable à stratification entrecroisée.

Quelques coquilles d'eau douce des genres *Cyclas* et *Limnea*. Quelques os, mal conservés, d'*Elephas*, *Rhinoceros* et *Cervus;*

b. Un sable plus fin, de l'argile ou du limon noir.

Dans une coupe, un sable verdâtre avec une grande quantité de coquilles terrestres et d'eau douce des espèces suivantes : *Helix hispida* L., *Succinea oblonga* Drap., *Lymnea palustris* Drap., *Lymnea limosa* L., *Lymnea truncatula* Müll., *Planorbis complanatus* L., *Planorbis rotundatus* Poir., *Planorbis vortex* L., *Valvata piscinalis* Müll., *Valvata cristata* Müll., *Cyclas cornea* L., *Pisidium amnicum* Müll.

Une circonstance remarquable est sans doute la grande fraîcheur, l'état moderne de ces coquilles; l'épiderme est souvent conservé avec sa couleur. Surtout les *Cyclas* sont souvent bivalves et ont conservé leur épiderme membraneux et coloré. Aussi (d'après van den Broeck) leur aspect ne rappelle en rien celui des coquilles analogues, mais à test épais et plus minéralisé, que l'on rencontre dans les limons et dans les dépôts pleistocènes de l'alluvion ancienne. Ces circonstances ont conduit M. van den Broeck à considérer ce dépôt intéressant comme moderne, ainsi que les dépôts semblables des cales sèches et du bassin du Kattendijk d'Anvers (11).

Toutefois ces derniers sont couverts de dépôts incontestablement modernes, argile et tourbe, bien différents de ceux du fort de Lierre, comme nous allons le voir;

c. Seconde couche grossière, manquant parfois. De nouveau des coquilles miocènes brisées et triturées, parfois un sable grossier, graveleux, quelques coquilles d'eau douce, un os fragmentaire de *Cervus*, des dents d'*Arvicola;*

d. Seconde couche fine, manquant parfois. Alternance de sable et

d'argile, limon noir avec des mousses, des sphaignes, quelques coquilles d'eau douce, surtout *Valvata piscinalis* et *Cyclas cornea ;*

4° Couche sableuse qui recouvre à la fois des dépôts 2 et 3. Épaisse d'environ 80 centimètres, sable jaune ou rougeâtre avec un peu de gravier de silex et de quartzite.

C'est cette couche que j'ai eue en vue tout à l'heure et qui me paraît être un grand obstacle à considérer les poches comme modernes. M. van Ertborn l'a considérée comme campinienne (Flandrien d'aujourd'hui), ce qui est aussi mon avis et actuellement celui de M. van den Broeck, qui hésite toutefois à se prononcer avec pleine conviction.

J'assigne, par conséquent, aux érosions fluviales le même âge qu'au marais de Lierre. Le dépôt 2 serait peut-être campinien. La surface atteint la cote 5. La même année, van Ertborn et Cogels (30) revinrent au travail précité pour maintenir leur manière de voir. Ils admirent la présence de leur « Quaternaire fluviatile » dans les fossés du fort de Lierre, ce qui est pour moi le point capital. Ils en mirent la base toutefois à la cote + 2 ou + 2,5, tandis que M. van den Broeck donne le chiffre de — 2 mètres. Probablement y a-t-il ici un malentendu ou une inadvertance.

4. Gisement du Kiel (14).

Le Kiel se trouve au Sud de la gare du Sud à Anvers. Le sous-sol y est le curieux Quaternaire inférieur sur lequel repose le Quaternaire fluviatile, une couche de sable gris verdâtre avec de minces couches d'argile et des débris de coquilles. Ensuite on voit une argile grisâtre ou brunâtre avec des coquilles d'eau douce, des élytres de Coléoptères et des restes végétaux.

Le tout est couvert du Flandrien, un sable gris ou jaunâtre sans fossiles, avec un gravier à la base et des débris de coquilles presque méconnaissables.

La surface se trouve entre 5 et 10 mètres, le dépôt est situé sous la basse terrasse de l'Escaut.

5. Gisement au Sud d'Anvers, entre la route de Boom et l'Escaut (16).

M. van Ertborn y observa deux coupes. Dans la première se trouvent, sous 21 décimètres de Flandrien, 8 décimètres de son Quaternaire fluviatile, soit du sable argileux passant à une argile grise avec *Planorbis*, soit du sable grisâtre avec beaucoup de coquilles brisées.

Dans la seconde coupe, l'épaisseur du Flandrien n'est pas donnée, celle du Quaternaire fluviatile est de 15 décimètres. C'est un sable grisâtre, avec des zones argileuses et des *coquilles* de *Helix* et de *Succinea,* et un sable gris pâle avec des *coquilles* triturées. Le sous-sol est de nouveau le Bolderien.

6. Briqueterie de Steenackers près de Burght, sur la rive gauche de l'Escaut (11, 14).

Le profil montre le Rupelien et le Bolderien ravinés par une crique ou un ruisseau, qui s'est rempli ensuite de couches alternantes de gravier, de sable bolderien remanié et d'argile, qui contient des coquilles d'eau douce.

Le Bolderien et le Quaternaire fluviatile sont couverts de sable et d'argile flandriens, basse terrasse de l'Escaut, qui atteignent la cote 8. Le Quaternaire fluviatile se trouve entre les cotes 2,7 et 4,6.

7. Fort de Cruybeke, sur la rive gauche de l'Escaut (16).

Ce profil a beaucoup de ressemblance avec le précédent; on voit une poche, résultat du remplissage d'un lit de ruisseau, que M. van Ertborn « a pu suivre sur une certaine longueur, grâce aux travaux en exécution ».

La coupe se trouvait près de la contrescarpe, côté Sud-Ouest du fort, et est tellement curieuse qu'elle eût bien mérité une explication de l'auteur. Ce sont d'abord, allant de bas en haut et du contour au centre : 1° un sable gris rude avec quelques graviers épars; 2° un sable vert argileux; 3° un sable ferrugineux; 4° un sable blanc, pointillé de glauconie. Il m'a paru que 3° n'est qu'un produit de décomposition de 4°, sinon l'arrangement est impossible, 3° entourant 4° presque entièrement. En partie, 1° et 2° sont disposés verticalement, ce qui me paraît improbable aussi. Le reste du ravinement est rempli par 5° un sable blanc, bigarré de brun. Rupelien et Quaternaire fluviatile sont couverts de Flandrien, qui atteint la cote 9 et n'est de nouveau autre chose que la basse terrasse de l'Escaut.

8. A une petite distance, sur l'angle Nord-Ouest du fort, M. van Ertborn a levé la coupe suivante :

10 mètres à $7^{m}80$, Flandrien, sables argileux et ferrugineux avec des graviers à la base; $7^{m}80$ à $7^{m}30$, Quaternaire fluviatile, sable argileux, noir, *tourbeux* en haut, sable verdâtre grossier, graviers en bas; Bolderien.

9. Coupe du fort de Merxem lez-Anvers (13), décrite par Cogels et van Ertborn, en 1880 :

1. Sable humifère, avec quelques graviers à la base. Campinien (Flandrien d'aujourd'hui) ;

2. Sable limoniteux, sable *tourbeux*, 50 centimètres. A une distance de 3 mètres, le ravinement a une double profondeur, est rempli de morceaux de limonite, de leem bigarré et de *limon noir* ;

3. Leem bigarré, Campinien inférieur (Campinien *Q2* d'aujourd'hui).

Je passe aux sondages et laisse de côté ceux qui ne disent rien. Une première catégorie embrasse les sondages dans la basse terrasse d'une rivière.

B. — Sondages dans la basse terrasse d'une rivière.

10. Feuille de Lierre (20), sondage 15, longitude 0°11′ Est, latitude 51°9′, cote 9, basse terrasse de la Petite-Nèthe, près d'Emblehem et à 1,600 mètres au Nord-Ouest-Nord de la gare de Lierre :

9 mètres à 7 mètres, Flandrien, sable jaune et vert; 7 mètres à 5^m30, *tourbe* et argile tourbeuse; 5^m30 à — 3 mètres, Bolderien.

M. van den Broeck toutefois, en refaisant le sondage jusqu'à 8^m25, arrive à des conclusions différentes :

9 mètres à 7 mètres, argile sableuse, gravier à la base; 7 mètres à ? mètres, sable vert avec de minces couches d'argile; ? mètres à 6^m60, sable grossier; 6^m60 à 6^m10, *tourbe* noire, sableuse vers le bas; 6^m10 à 4^m90, sable glauconieux; 4^m90 à 3^m50, *tourbe,* troncs d'arbres, changés en tourbe xyloïde; 3^m50 à 2^m75, sable glauconieux; 2^m75 à 0^m75, etc., sable vert fluide, non miocène.

Il tire aussi de ce sondage la conclusion que l'épaisseur du marais de Lierre est bien plus grande.

11. Sondage 20, longitude 0°16′ Est, latitude 51°9′, cote 7, basse terrasse de la Petite-Nèthe. Hameau de Suiker-Thoren, village de Kessel, près Lierre : 7 mètres à 5^m45, Flandrien, sable et argile; 5^m45 à 4^m40, Quaternaire fluviatile, *vase noire* et sable glauconifère; Diestien.

Conception de M. van den Broeck (40) : 7 mètres à 5^m45, comme M. van Ertborn; 5^m45 à ? mètres, dépôt sableux fétide, passant à une masse noire, éminemment moderne; ? mètres à 4^m40, sable glauconifère, graviers à la base. Glauconie sableuse, Bolderien.

12. Sondage 22, longitude 0°11′ Est, latitude 51°8′, cote 7, basse terrasse, rive gauche de la Petite-Nèthe, près de Lierre : 7 mètres à 5m75, Flandrien, argile; 5m75 à 4m30, argile sur argile *tourbeuse.* Bolderien.

C. — Sondages dans la basse terrasse d'un ruisseau.

13. Feuille de Tamise (15), sondage 11, longitude 0°7′ Ouest, latitude 51°10′, cote 10, localité Basele, vallée du « Barbiersbeek », tout près du ruisseau : 10 mètres à 7m75, Flandrien, composé de sable et de leem bigarré, graviers à la base ; 7m75 à 4m70, Quaternaire fluviatile, composé de : 1° sable avec graviers; 2° argile noire *tourbeuse;* 3° sable *tourbeux* avec graviers; 4° sable gris foncé, argileux, non percé.

14. Feuille de Putte (19), sondage 29, longitude 0°11′ Est, latitude 51°1′, cote 7, à quelque distance du ruisseau dit « Zwartwaterbeek » : 7 mètres à 6m40, Flandrien; 6m40 à 2m75, Quaternaire fluviatile, composé de : 1° sable *tourbeux* avec débris de végétaux; 2° sable et débris de végétaux; 3° sable grossier, graveleux. Wemmelien.

Ce troisième terme me semble être un reste de l'érosion, plutôt qu'un nouveau dépôt.

15. Feuille de Lille (23), sondage 3, longitude 0°27′ Est, latitude 51°16′ Nord, cote 16,5, tout près de la vallée du « Vischbeek » : 16m50 à 13m85, Flandrien; 13m85 à 13m40, Quaternaire fluviatile, sable *tourbeux* et argile *tourbeuse.* Moergrond = terre de marais. Scaldisien.

16. Même feuille, sondage 18, longitude 0°29′50″ Est, latitude 51°4′ Nord, cote 14, tout près de la vallée de l'Aa : 14 mètres à 12m20, Flandrien; 12m20 à 11m60, Quaternaire fluviatile, sable *tourbeux* et argile *tourbeuse,* Moergrond. Scaldisien.

17. Feuille de Kermpt (25), sondage 27 près de Curange, longitude 0°57′ Est, latitude 50°57′ Nord, cote 29,50 dans la basse terrasse du Démer : 29m50 à 28m20, Flandrien; 28m20 à 26m85, argile *tourbeuse,* Quaternaire fluviatile. Bolderien.

18. Feuille de Casterlé (24), sondage 5, longitude 0°35′ Est, latitude 51°16′ Nord, cote 18, dans la basse terrasse du « Kleine Beek » : 18 mètres à 14^{m}60, Moderne et Flandrien; 14^{m}60 à 14^{m}35, argile *tourbeuse*, Quaternaire fluviatile. Scaldisien.

D. — Sondages dans la pente vers une vallée.

Dans les coupes suivantes, le sable flandrien, qui repose sur le Quaternaire fluviatile, me paraît être amené plutôt par le lavage de cette pente et non par une inondation marine. C'est de cette manière, toujours à mes yeux, qu'il faut expliquer la présence de ce terme stratigraphique à des hauteurs fort différentes. En tout cas, on peut déduire de la présence de ces dépôts fossilifères qu'il y a eu un temps où ce lavage a été beaucoup moins fort, interrompu même, ce qui correspond au Quaternaire fluviatile. Plus tard, ce lavage aura repris d'intensité et aura déposé le sable flandrien.

19. Feuille de Contich (14), sondage 21, longitude 0°10′ Est, latitude 51°9′, cote 11, pente vers la vallée de la Petite-Nèthe, près de Lierre : 11 mètres à 8^{m}70, Flandrien, sable et argile; 8^{m}70 à 6^{m}10, Quaternaire fluviatile, argile *noire*, argile et sable verts. Bolderien.

20. Même feuille, sondage 47, longitude 0°5′38″ Est, latitude 51°6′52″, cote 14,5. Au Sud-Est de Contich, dans une espèce de cirque, près de la source du ruisseau de Bautersem : 14^{m}50 à 11^{m}70, Flandrien; 11^{m}70 à 11^{m}40, Quaternaire fluviatile, argile noire *tourbeuse*. Bolderien.

21. Même feuille, sondage 72, longitude 0°9′34″ Est, latitude 51°7′34″, cote 21, bord oriental de la feuille, pente de la vallée de la Nèthe : 8 mètres à 5 mètres, Flandrien; 5 mètres à 3^{m}30, Quaternaire fluviatile, sable *tourbeux* noirâtre avec débris de végétaux et sable jaunâtre grossier.

22. Feuille de Heyst-op-den-Berg (18), sondage 1, longitude 0°18′ Est, latitude 51°5′, cote 14, hameau de Heykant, commune de Berlaer, pente vers la Grande-Nèthe : 14 mètres à 12 mètres, Flandrien; 12 mètres à 10^{m}50, Quaternaire fluviatile, contenant une argile noire, *tourbeuse*, non percée.

23. Feuille de Lille, sondage 6, longitude 0°29′58″ Est, latitude 51°16′10″, cote 20,4. Près de Gierle et entre les vallées de l' « Oudendijkbeek » et de l'Aa : 20^{m}40 à 16^{m}60, Flandrien; 16^{m}60 à 14^{m}90, Quaternaire fluviatile, sable fin, noirâtre, *tourbeux*, argile *tourbeuse*. Scaldisien.

24. Même feuille, sondage 27, longitude 0°27′ Est, latitude 51°12′, cote 13, pente vers la vallée de l'Aa : 13 mètres à 11^{m}05, Flandrien; 11^{m}05 à 10^{m}75, Quaternaire fluviatile, argile *tourbeuse*. Scaldisien.

E. — *Q1(c)* de M. Rutot.

Je crois pouvoir joindre à ces coupes quelques-unes de celles publiées par M. Rutot pendant l'ancien levé géologique. Il distingue entre autres un étage *Q3*, le Flandrien d'aujourd'hui, et un *Q1c*, argile avec *coquilles* terrestres et d'eau douce, recouverte par le Flandrien et occupant une position tout à fait analogue à celle du Quaternaire fluviatile de van Ertborn.

25. Feuille de Thourout (35, p. 28).

Au commencement de la ligne de Lichtervelde-Thielt, après la séparation de la ligne de Roulers, le talus, un trou creusé et un petit sondage donnèrent le profil suivant : 31 mètres à 29 mètres, Flandrien; 29 mètres à 26^{m}50, Quaternaire fluviatile, argile avec *Helix* et *Succinea*.

26. Feuille de Roulers (36, p. 5).

La colline au Nord-Ouest de Roulers atteint la cote 50; sur sa pente septentrionale trois chemins se rencontrent à la cote 37; un sondage y donna la coupe suivante : 37 mètres à 35 mètres, Flandrien, *Q3*; 35 mètres à 32^{m}80, argile avec *Helix* et *Planorbis*. Quaternaire fluviatile.

27 (36, p. 15). Dans la plaine au Nord de Roulers, on trouve, sous environ 4 mètres de Flandrien, souvent une argile contenant des *Helix*, des *Succinea*, etc.

C'est avec un certain doute que je joins aux dépôts que je viens d'énumérer, d'autres dont parle M. van den Broeck (31). Les hauteurs qui séparent les vallées actuelles sont les restes de la plaine primitive et ont été séparées par les érosions pleistocènes, jusqu'au niveau

notablement plus bas que l'actuel. Ensuite le fond a été rehaussé par des dépôts argileux, parfois tourbeux, d'une épaisseur qui peut atteindre une vingtaine de mètres, recouverts, plus tard encore, de sables et cailloux qui servent de base aux alluvions actuelles.

D'après l'auteur, ces alluvions anciennes, appelées « leem » et indiquées par l'annotation *Q1c*, se poursuivent dans les vallées du Démer, de la Dyle, de la Nèthe, du Rupel et de l'Escaut, jusque dans la Campine anversoise, où l'argile bleue atteint jusqu'à 80 mètres d'épaisseur, et en Néerlande. (J'ai grande envie de mettre ici un point d'interrogation.) Quoi qu'il en soit, on est conduit à admettre ici :

1° Un creusement de la vallée du Démer, descendant notablement plus bas que la vallée actuelle;

2° Le remplissage par une couche de limon et de tourbe jusqu'à une épaisseur de 20 mètres;

3° Le dépôt de sables et graviers.

Pour moi, les phénomènes 1° et 2° sont bien différents de 3°, mais les données du travail susmentionné sont trop confuses et isolées pour se prononcer avec quelque conviction. Je dois me borner à relever la grande analogie des phénomènes.

La conclusion de tous ceux qui auront lu ce chapitre sera sans doute que les « preuves paléontologiques » ne font nullement défaut dans la basse Belgique, mais en défaveur de la transgression *marine* flandrienne.

CHAPITRE VII.

Le Diluvium de l'Escaut.

Tout le monde sait que la Meuse pleistocène, coulant à un plus haut niveau qu'aujourd'hui (différence 104 — 45 = 60 mètres), a édifié un grand cône de déjection dans le coin Nord-Est de la Belgique, se continuant dans la Néerlande et connu sous le nom de « Plateau de Genck ». Pourtant, il y a encore des amas de Diluvium mosan, plus ou moins isolés, séparés par le « Zanddiluvium » ou « sable flandrien », dont je veux traiter les plus occidentaux, pour décrire ensuite les amas beaucoup moins distincts qui ont été négligés jusqu'ici et que j'attribue à l'Escaut.

Voici la liste des localités visitées, que je nommerai de temps à autre.

Localités visitées en Néerlande et un peu au delà de la frontière belge, où s'observent les Diluvia mosan et escautien.

A. — *Environs de la gare d'Alphen, entre Tilbourg et Turnhout.*

1. Ferme de « Klein-Bedaf ».
2. Ferme de « Prinsenhoef », près de la gare d'Alphen.
3. Village d'Alphen.
4. Ferme de « Goeden Tijd », au Nord-Ouest d'Alphen.
5. Sablière abandonnée du chemin de fer, entre les gares d'Alphen et de Riel, dans l' « Alphen-Oosterwijksche-Heide ».
6. « Brakelsche Akkers », un peu plus au Nord-Est.

B. — *Environs de la gare de Gilze-Ryen, entre Tilbourg et Breda.*

7. Briqueterie au Sud du village de Gilze.
8. Tout près et à l'Ouest de la gare.
9. Hameau de Steenoven, entre Ryen et Dongen.
10. Briqueterie « Van den Heuvel », sur le chemin de fer.
11. Argilières de M. Oomen, dans le hameau de Seters, au Nord de la halte de Dorst, plus près de Breda.
12. Champs entre Seters et le village d'Oosterhout.
13. Village d'Oosterhout.

C. — *Environs de la gare d'Etten-Leur, entre Breda et Rosendaal.*

14. Briqueterie de Bremberg, entre Liesbosch et Etten.
15. Argilière à l'Est d'Etten.
16. Argilière à l'Ouest d'Etten.

D. — *Angle entre les chemins de fer de Rosendaal à Breda et à Anvers.*

17. Grand'route de Breda à Rosendaal, borne hectométrique 18,8. Côté Nord.
18. Idem. Côté Sud.
19. Briqueterie abandonnée à l'Ouest du village de Rucfen, plus au Sud.
20. Briqueterie au Sud du hameau de Schijf et environs, borne de frontière 238, colonie d' « Oud-en-Zoek », un peu à l'Est.

21. Ferme d' « Oude Heihoef », hameaux de Lavybosch, Nieuwmoer et Hoogemoer, entre Lavybosch et la gare de Wildert, entre Esschen et Anvers.

22. Hameau d'Agterbroek, à l'Est de la gare de Calmpthout.

E. — *Environs de Bergen-op-Zoom.*

23. Briqueterie de « Nieuwe-Dorp », au Sud de la gare de Wouw.

24. Près et à l'Ouest de la gare de Wouw, entre Rosendaal et Bergen-op-Zoom.

25. Ferme de « Kijkuit », au Nord-Ouest de Halsteren.

26. Briqueterie au Sud-Est du village de Halsteren, au Nord-Nord-Ouest de Bergen-op-Zoom.

27. Asile chrétien d'aliénés « Vrederust », au Sud-Est de Halsteren et de 26.

28. Briqueterie près et à l'Est de l'auberge « Gouden Appel », entre Halsteren et Bergen-op-Zoom.

29. Sable dragué du Zoom, tout près de Bergen-op-Zoom [1].

F. — *Environs de Hoogerheide, au Sud de Bergen-op-Zoom, sur la grand'route d'Anvers.*

30. Grande briqueterie de M. Daverveldt, près de la borne kilométrique 5.

31. Argilière près de la borne hectométrique 5.2.

32. Grande briqueterie au « Vinkenberg », borne hectométrique 6,1.

33. Sablière du côté Nord d'un vallon à Hoogerheide.

34. Briqueterie du côté Sud de ce vallon.

G. — *Environs d'Ossendrecht, plus loin au Sud, près de la frontière belge.*

35. Colline dite « De Berg » ou « Peeberg », tout près et au Nord-Ouest d'Ossendrecht.

36. Briqueterie abandonnée au « Moleneind », à l'Est d'Ossendrecht.

---

[1] « Bergen » signifie « monts », à cause d'une quantité de collines de sable mobile. « Zoom » signifie « bord »; c'est la pente très ostensible qui descend du Diluvium aux polders de l'Escaut et s'étend du hameau de Lepelstraat, au Nord de Halsteren, au delà d'Ossendrecht. Je suis porté à croire qu'il y a là une faille. Plus tard, on a donné à tort le nom de « Zoom » à un petit canal venant des tourbières épuisées à l'Ouest d'Esschen et conduisant actuellement de l'eau à Bergen-op-Zoom.

Pendant une promenade de la gare néerlandaise de Baarle-Nassau (entre Turnhout et Tilbourg) à Tilbourg, je remarquai le premier erratique servant de boute-roue, près de la ferme de « Drie Huizen » (trois maisons), dans le hameau de Klein Bedaf (n° 1), entre les gares de Baarle-Nassau et d'Alphen. C'était un gneiss de 4 décimètres. Un peu plus loin, près de la ferme de Pineind, j'en vis un second, un granite gris de 4 décimètres, et un troisième de quartzite bleu clair de 5 décimètres. Évidemment les deux premiers ont été amenés d'assez loin, le troisième vient peut-être d'un dépôt de Diluvium mosan moins éloigné.

Le premier *gravier* authentique s'observa à la ferme de Prinsenhoef, tout près de la gare d'Alphen (n° 2), à environ 2 kilomètres en dehors de la limite méridionale du Diluvium mosan que donne Staring sur sa carte géologique. J'y vis des cailloux de quartz blanc, généralement de 1 à 3 centimètres (deux atteignaient 7 centimètres), du quartzite à pyrite du Revinien des Ardennes, un quartzite bleu clair, un grès, donc le véritable Diluvium mosan, très sableux, mais aussi quelques éclats roulés de silex.

Les localités 1-16 forment groupe; le Diluvium de la Meuse y est reconnaissable sans difficulté. Pourtant les cailloux et les erratiques ne viennent qu'exceptionnellement à la surface (6, 11, parfois dans 10); généralement ils sont couverts d'une couche de sable sans cailloux, épaisse de 1 mètre en moyenne. En règle générale, ils sont dispersés dans le sable, plus ou moins sporadiques, comme un gravier dilué, de sorte qu'on peut admettre pour tous le transport dans des glaçons. Exceptionnellement (10) j'ai observé une petite couche ou traînée de gravier, qui donne l'impression d'un transport direct par l'eau courante.

De véritables erratiques s'observent dans les villages d'Alphen et d'Oosterhout, ainsi qu'aux localités 5, 10, 11 et 14; ils peuvent atteindre un diamètre de 4 décimètres, mais sont généralement plus petits.

On voit le gravier directement sur une étendue considérable dans 6, 9, 11 et 12.

Les cailloux et erratiques sont des roches peu variées, dont voici l'aperçu :

I. — *Quartzite bleu clair, parfois grisâtre.*

Localités : 1, erratique de $0^{m}50$; 2, cailloux; 3, plusieurs erratiques; 8, cailloux dispersés dans le sable; 9, erratique de $0^{m}50$ près de l'auberge « De Keten »; 10, quelques erratiques; 11; 14, un couple de petits erratiques.

II. — *Quartzite gris foncé bleuâtre à pyrite, du Revinien des Ardennes.*

2; 5, petits erratiques; 8; 11, jusqu'à 2 décimètres.

III. — *Grès.*

2; 5, petits erratiques; 8, gris clair et brun clair jusqu'à 4 centimètres; 11, plusieurs brun rouge jusqu'à 1 décimètre.

IV. — *Quartz blanc.*

2, la plupart de 1 à 3 centimètres, quelques-uns de 7 centimètres; 4, des cailloux dispersés dans le sable, beaucoup sont de petits galets de 3 et 4 centimètres; 5, quelques erratiques jusqu'à 1 décimètre, beaucoup de cailloux. Comme toujours, la quantité proportionnelle du quartz blanc augmente à mesure que la taille diminue, à cause de la plus grande dureté; 6, un couple de 1 décimètre; 8, plusieurs beaux petits galets; 11, quelques erratiques de 3 décimètres, beaucoup de cailloux à la surface; 10, un erratique de 4 × 4 × 4 décimètres; j'évalue à 80 % la quantité de quartz blanc parmi les petits cailloux.

V. — *Silex.*

2, des esquilles émoussées; 5, idem jaunes; 6, quelques galets bleu clair dérivés du Diestien belge; 8, très peu de ces galets; 11, un galet bleu; ces galets sont plus rares et plus petits qu'à l'Ouest de Breda; 14, un couple de petits erratiques.

VI. — *Varia.*

11. Grauwacke gris clair verdâtre rare. Conglomérat rouge à cailloux de lydite. Conglomérat anguleux rouge clair grisâtre, contenant des cailloux de quartz, de quartzite et de lydite.

16. Calcaire bleu clair, pesant 510 grammes, ressemblant, d'après M. Lohest, à certains calcaires du Frasnien ou Givetien.

Dans le terrain occidental, qui a été formé, d'après moi, principalement par l'Escaut, j'ai trouvé les roches suivantes :

A. — *Gravier de silex et de quartz blanc.*

Les cailloux sont généralement bien arrondis, dispersés dans une quantité beaucoup plus grande de sable. J'ai aussi trouvé des cailloux de silex angulaires et émoussés. La quantité proportionnelle de quartz est très inégale. Les cailloux atteignent 1, rarement 2 centimètres, la limite d'avec les erratiques est assez arbitraire (14, 17, 19, 20, 23, 24, 27, 29, 30, 32, 33 et 36).

B. — *Cailloux de silex.*

Généralement ce sont des fragments à arêtes émoussées, remplis quelquefois de bryozoaires; parfois des galets bien arrondis, originaires du Diestien, rarement à surface pustuleuse, mêlés à d'autres de quartz et de quartzite. Ils atteignent 3 et 4 centimètres (11, 17, 19, 20, 23, 30, 32 et 33).

C. — *Quartz blanc, erratiques et cailloux.*

20 (64, 105 et 184 grammes); 23 (295 grammes); 26 (210 grammes); 33 (169 grammes).

D. — *Quartzites blancs, gris clair et bleu clair.*

14, 23 et 27 (235 à 240 grammes); 17 et 26 (180 grammes); 23 (84 grammes); 28 (131 grammes); 32 (375 grammes).

E. — *Erratiques subangulaires de silex.*

Des erratiques assez petits dans 11, 17, 19, 20 et 32. De plus gros dans 14 (190 et 275 grammes); 17 (130 et 240 grammes); 20 (100 et 120 grammes); 23 (100, 110 et 120 grammes); 26 (370, 440 et 460 grammes); 34 (345 et 720 grammes, le plus lourd que j'aie vu).

Belgique.

En 1908, j'ai publié mon travail sur les argiles de la Campine (67), dans lequel j'ai fait mention de graviers très sableux, cailloux et erratiques tout à fait semblables, dans le Nord de la province d'Anvers, le

long du canal de la Campine, généralement à l'Ouest de Turnhout. Je crois ne pouvoir mieux faire que de copier une partie de la page 546.

« Je distingue :

» 1° Gravier et cailloux de petite taille (5, 10, 11, 19, 25, 26, 29, 31, 36, 39) ;

» 2° Silex plus gros, jusqu'à 2, 3, 4, même 5 centimètres (15, 17, 21, 23, 24, 25, 26, 36, 40, 42 et 45).

» Les plus gros sont des rognons de 3 × 3 × 7 centimètres dans 11 ; de 3 × 5 × 7 centimètres dans 9 ; de 7 × 9 × 15 centimètres dans 18 ; de 5 × 10 × 17 centimètres dans 19 et de 6 × 10 × 20 centimètres dans 25, donc de véritables erratiques ;

» 3° Quartzites dans 24, 25, 37, 43, 45 et 46, atteignant 6, 8 et même 15 centimètres ;

» 4° Quartz blancs, jusqu'à 4, même 10 centimètres, dans 26, 42 et 46 ;

» 5° Quartz rose de 5 × 5 × 8 centimètres dans 9 ;

» 6° Grauwackes vert grisâtre clair dans 42 et 44, les plus orientales. »

Les numéros derrière les erratiques indiquent les argilières (*loc. cit.*, p. 543) ; 11 à 21 se trouvent le long du canal à l'Ouest de la route d'Oostmalle à Ryckevorsel ; 22 à 40 entre cette route et Turnhout ; 41 à 46 au Nord-Est de Turnhout.

J'y joins les trois grands cailloux de silex trouvés dans le Keien-Ven (*loc. cit.*, p. 558), non loin de Brasschaet.

On voit que la ressemblance de ces trouvailles et de celles du Brabant septentrional est si grande qu'il faut bien les considérer comme formant un ensemble. Je ne veux pas dire que tous les silex, sans exception, ont été amenés par l'Escaut : je suis convaincu qu'il y en a aussi qui viennent de la Meuse, surtout les orientaux. Mais les autres, qui ne sont presque accompagnés que de quartz blancs et surtout les *graviers* de silex (et de quartz), sont, à mes yeux, un véritable Diluvium escautien, d'âge campinien, tout à fait le pendant (plus faible en vérité) de celui du plateau de Genck, édifié par la Meuse. Celle-ci, beaucoup plus forte que l'Escaut dans notre temps, l'était probablement aussi à l'époque pleistocène, ce qui explique en partie qu'il est resté si longtemps inaperçu, d'autant plus que généralement il n'affleure pas, mais est caché sous quelques décimètres de sable sans cailloux, peut-être d'âge flandrien.

La plupart des excavations précitées sont des briqueteries, et dans plusieurs la ressemblance avec les argiles de la Campine est telle qu'il faut bien les considérer comme un même dépôt. Cette argile présente les particularités suivantes :

7. Argile presque blanche, parfois gris foncé bleuâtre. Épaisseur visible : 4 mètres, sous $0^{m}50$ de sable.

9. Argile bleu clair grisâtre sous 1 mètre de sable, qui ravine un peu.

10. 4 à 5 mètres d'argile jaune et gris clair assez plastique, reposant sur 5 mètres de sable grossier.

11. Argile feuilletée, un peu sableuse. Sont visibles : 2 décimètres d'argile gris clair jaunâtre sur 1 mètre d'argile gris foncé.

14. Argile gris-bleu clair et brune sous $0^{m}50$ à $0^{m}75$ de sable.

15. Argile gris clair sous $0^{m}50$ de sable.

17. 1 mètre d'argile visible, 1 décimètre supérieur brun clair, des couches brunes, noires et gris clair. Plus sableuse que celle de Tegelen.

20. $1^{m}50$ visible, surface ravinée par le sable. Argile douce et grasse, gris foncé en haut, gris clair ou jaunâtre en bas, alternance de couches de différentes couleurs, épaisses de 1 à 2 décimètres. Point de stratification fine.

23. $2^{m}50$ d'argile grasse, $0^{m}50$ d'argile gris clair, 2 à 3 décimètres d'argile noire, humifère, identique à celle de Tegelen, d'après M. Clément Reid; la majeure partie inférieure est gris clair avec des taches noires.

24. Argile grasse, gris foncé, très peu feuilletée.

26. Véritable argile de la Campine, gris clair et foncé, grasse, point de sable blanc.

28. Argile gris clair, un peu bleuâtre, brune, feuilletée.

30. Argile bleu clair en bas, contenant des taches ferrugineuses. Elle peut atteindre, au dire du propriétaire, M. Daverveldt, jusqu'à 9 mètres, mais est parfois remplacée brusquement par du sable fin, blanc (soi-disant « sable de Moll »). Les relations entre ces deux roches sont parfois aussi bizarres que dans la Campine; c'est pourquoi j'en donne quelques profils. (Voir planche XVIII.)

31. Argile grasse, finement stratifiée, gris bleuâtre. Sous $1^{m}25$ de cette argile, on voit une couche très brune de 4 centimètres.

32. Argile finement stratifiée comme à Tegelen, en partie noire. L'inférieure est plus grasse. La surface monte vers le Nord, couverte de 2 mètres de sable.

34. 1 mètre de sable sur l'argile qui est plus sableuse que celle de la Campine.

36. 0^m50 à 0^m75 de sable sur 1^m25 d'argile visible. Bien stratifiée, brun jaunâtre en haut, noire en bas. Contient un peu de bois et de petites concrétions limoniteuses qui se sont formées autour de racines.

CHAPITRE VIII.

Répartition verticale du Pleistocène en Néerlande.

A plusieurs reprises, j'ai défendu la thèse qu'une bonne description du Pleistocène belge ne saurait être faite sans comparaison avec les pays voisins, où cette formation est mieux développée. C'est pour cette raison que je crois utile de résumer quelques faits et les conclusions auxquelles je suis arrivé, afin d'aboutir à construire un parallélisme rationnel entre nos deux pays.

Dans les exposés suivants, j'admets, avec le grand glacialiste, le Prof^r Penck, de Berlin, quatre épisodes glaciaires, dont je nomme le plus ancien G', le plus récent G^{IV}. Ils sont séparés par des épisodes interglaciaires J', J'' et J'''. La succession en est donc, s'approchant des temps modernes, G', J', G'', J'', G''', J''', G^{IV}.

Tous les géologues néerlandais sont actuellement d'accord que la plus grande partie de la Néerlande a été envahie par la glace scandinave pleistocène, dont le dépôt immédiat, l'argile à blocaux, constitue une bonne partie de la surface.

Or, dans l'Allemagne du Nord, on connaît deux moraines profondes, l'une au-dessus de l'autre, jusque dans la bruyère de Lunebourg, un peu à l'Ouest de l'Elbe, mais plus loin on n'en connaît qu'une seule. Ensuite, dans les Alpes, des deux glaciations les mieux connues, la dernière est en étroite connexion avec les basses terrasses, l'*avant-dernière*, la plus étendue, avec les hautes terrasses. La Néerlande, étant située sur le bord extrême du terrain glaciaire, n'a donc probablement eu affaire qu'avec celle-ci, d'autant plus que les graviers rhénans de la Gueldre, de l'Overyssel, etc., que recouvre l'argile à blocaux, sont en continuité directe avec la haute terrasse du Rhin.

Il est vrai que, dans ces dernières années, quelques géologues se sont demandé si 1° ce ne serait pas la *dernière* glaciation qui aurait recouvert la Néerlande, ou bien si 2° le pays n'aurait pas eu affaire à *deux* glaciations différentes. Pour moi, il n'en est point ainsi.

Voyons d'abord ce qu'il y a de plus récent que notre repère, l'argile à blocaux. Dans le n° 61 de la bibliographie, j'ai décrit la soi-disant « vallée gueldroise », contrée basse, traversée par la limite entre les provinces d'Utrecht et de Gueldre. A l'Ouest, elle est bordée par une série de collines que je considère comme une moraine frontale. A l'Est se trouvent également des collines, dans la province de Gueldre, portant le nom d'ensemble de « la Veluwe ». Le sous-sol est connu par une série de sondages qui montrent les étages suivants, allant de bas en haut : 1° du Pliocène; 2° une centaine de mètres de sables et graviers rhénans; 3° l'argile à blocaux, située, en général, entre 20 et 36 mètres — A. P. (zéro d'Amsterdam = 2^{m}10 au-dessus de celui d'Ostende); 4° un sable grossier, coquillier, appelé par Harting « système eemien »; 5° une couche d'argile marine; 6° une couche de tourbe; 7° du sable qui affleure.

Je crois devoir admettre une interruption entre le dépôt des termes 3 et 4, puisque la faune coquillière n'a nullement un caractère arctique ou même boréal, comme on pourrait l'attendre si la mer avait pris possession de la surface immédiatement après la fonte de la glace. L'argile à blocaux a probablement été à sec durant un temps assez long, avant de descendre sous le niveau de la mer.

Le dépôt du sable grossier coquillier haussait la surface de 1 mètre; celui de l'argile marine, de 5 mètres en moyenne. La couche de tourbe 6 est située partout sous le niveau de la mer, de sorte qu'une nouvelle baisse du sol est hors de doute.

Quant au sable 7, les sondages ne nous en apprennent pas beaucoup, mais, pendant des courses à la surface, on observe une ligne de rivage plus ou moins escarpée, haute de 1 à 2 mètres, qui sépare une basse terrasse d'une large vallée. Or, cette terrasse n'est pas un phénomène local, mais en continuité directe avec celles du Rhin et de la Meuse, que je crois être édifiées dans le dernier épisode glaciaire (G^{IV}). Il s'ensuit que les couches coquillière, d'argile et de tourbe sont interglaciaires (J''').

Tout ceci paraît assez simple, mais il se présente une complication, puisque absolument la même faune a été trouvée dans une série de sondages sous la Hollande septentrionale, sous les dunes, etc., comme en Flandre. Cinq de ces sondages ont fait connaître l'argile à blocaux (G''') à des profondeurs variant de 30 à 70 mètres — A. P., et sur elle repose la couche coquillière, comme dans la vallée gueldroise. Dans

six des sondages que j'ai examinés se trouvent des erratiques *sous* les coquilles, ce qui n'offre pas de difficulté. Dans cinq sondages, en partie les mêmes, il s'en trouve aussi *parmi* les coquilles, ce qui a fait croire à M. Dubois qu'il y avait un rapport intime entre les deux. Pour moi, il n'en est pas ainsi et j'admets que ces erratiques ont été remaniés par des glaçons dans quelques hivers rigoureux, phénomène qui se passe encore de nos jours (1890-1891. par exemple), comme sur les plages des îles d'Ameland et de Schiermonnikoog. Il est vrai que ces erratiques ont été dispersés en plus grande profusion parmi les coquilles eemiennes, mais ceci me paraît tout à fait naturel, puisque les dépôts glaciaires, la source de ces erratiques remaniés, ont été enveloppés graduellement par du sable fin marin pendant la descente séculaire du sol. Les glaçons n'en trouvent donc pas aussi facilement à l'époque actuelle.

La couche coquillière se trouve aux profondeurs de 23 à 33 mètres — A. P. et est recouverte par du sable marin avec la faune actuelle : 1° immédiatement; 2° après une couche de transition; 3° après une couche sans coquilles. Il s'ensuit qu'on a toute raison de considérer la faune eemienne (flandrienne) comme précédant *immédiatement* la faune actuelle, quand on ne considère que les sondages occidentaux, dans les provinces de la Hollande septentrionale et de la Flandre occidentale. Il en est bien autrement pour les sondages orientaux dans la vallée gueldroise, mais la concordance entre les deux faunes est tellement grande qu'il est fort improbable qu'elle soit *interglaciaire* dans un cas, *post-glaciaire* dans l'autre.

Comment sortir de cette nouvelle impasse?

Je trouve, comme solution la plus admissible, l'hypothèse que, près de la côte, il y a une lacune dans la série et que des remaniements y ont eu lieu, dont on n'aperçoit rien si l'on n'examine que des sondages, mais dont on aurait peut-être trouvé la preuve dans une bonne coupe.

Voyons maintenant ce qu'il y a en dessous de notre repère, l'argile à blocaux (G''').

J'ai fait le premier pas vers le classement de ces dépôts en 1889, en étudiant les échantillons des sondages d'Utrecht et en écrivant (42, p. 443) : « La première partie (pleistocène) du forage embrasse des terrains beaucoup plus grossiers que la partie suivante »; (p. 444) : « On peut réunir les dépôts entre 30 et 70 mètres — A. P. et les appeler zone de sable fin et d'argile »; (p. 446) : « La troisième partie

du Quaternaire, de 70 à 150 mètres — A. P., est de nouveau plus grossière. »

En 1907 (66, p. 434), dans un aperçu général, j'appelai ces trois étages « grossier supérieur α, moyen fin β et grossier inférieur γ », je réunis une série de sondages en groupes et donnai les limites moyennes de ces étages en dessous de A. P. comme suit : Groupe I, Utrecht et environs, six sondages ; groupe II, Amsterdam, cinq sondages ; groupe III, Harlem, neuf sondages ; groupe IV, Rotterdam, quatre sondages.

Groupe I.	4	32	70	138
— II.	14	31	55	171
— III.	48	56	86	
— IV.	18	28		

La comparaison de ces chiffres, surtout des colonnes 1 et 4, fait très bien ressortir la pente générale du sol vers le Nord-Ouest.

Résumé.

Premièrement, il n'est pas question de dépôts marins antérieurs à G''' : l'ensemble des couches mentionnées est franchement fluvial ou fluvio-glaciaire.

Ensuite, je continue à croire qu'il faut rattacher α à l'argile à blocaux, donc à l'épisode glaciaire G''' = Rissien, et γ à l'épisode glaciaire G'' = Mindelien. Il s'ensuit que β est interglaciaire J''.

Pour la province du Limbourg, je renvoie au n° 67, page 570, où je suis arrivé à un bon raccordement avec les provinces moyennes. En somme, je crois pouvoir distinguer dans la Néerlande les étages pleistocènes suivants :

1. Post-glaciaire. Érosion de la vallée gueldroise, de celles du Rhin, de l'Ysel, de la Meuse, séparation des basses terrasses.

2. Quatrième glaciaire G^{IV}, Wurmien. Sédimentation des plaines de la vallée gueldroise, etc., dont sera coupée plus tard la basse terrasse.

3. Troisième interglaciaire J'''. Couche coquillière du système eemien de la vallée gueldroise, des provinces de la Hollande septentrionale et de la Flandre occidentale. Couches recouvrantes d'argile et de tourbe.

4. Troisième glaciaire G''', Rissien. Argile à blocaux de la Néerlande, Diluvium entremêlé, hautes terrasses du Rhin et de la Meuse, α des sondages.

5. Second interglaciaire J''. Étage β des sondages, argiles exploitées du Limbourg et de la Campine.

6. Second glaciaire G'', Mindelien. Étage γ des sondages, graviers ou matériaux grossiers entre les argiles.

7. Premier interglaciaire J'. Argile inférieure du Limbourg et de la Campine.

8. Premier glaciaire G'. Gunzien, Graviers inférieurs, connus exceptionnellement dans le Limbourg. Matériaux grossiers sous les argiles de la Campine belge.

CHAPITRE IX.

Conclusions.

Je crois avoir démontré dans le présent travail qu'il y a deux principales causes à la grande confusion qui règne dans le Pleistocène belge. Ce sont :

1° La fausse hypothèse (chapitre V) que le creusement des vallées belges ait atteint un degré important dans le Pliocène. A mon avis, ce creusement pliocène a été pratiquement autant que nul, il s'est effectué presque totalement durant le Pleistocène ;

2° La fausse hypothèse de la transgression marine pleistocène. Cette transgression a été énormément exagérée. Ce n'est que dans la partie inférieure de la vallée gantoise qu'il en existe des preuves, et encore là on n'a trouvé que des coquilles d'eau *saumâtre*. Le reste, la majorité écrasante des *documents paléontologiques* du Pleistocène supérieur, sont des dépôts d'eau douce (chapitres IV, V et VI) ;

3° L'hypothèse de la transgression marine entraîne une hypothèse auxiliaire, à savoir celle d'une hausse du sol comme dernier phénomène tectonique de la basse Belgique. Je crois avoir démontré qu'il est impossible de prouver directement cette hausse. Bien au contraire, ce dernier phénomène est une *baisse* du sol, tout comme en Néerlande et dans l'Allemagne du Nord, prouvée directement par les couches de tourbe superposées (chapitre V) ;

4° La présence d'un Diluvium escautien bien reconnaissable, quoique maigre. Il forme dans les parties occidentales de la Campine

belge et du Brabant septentrional un pendant du Diluvium mosan, comme celui-ci du Diluvium rhénan. Ce Diluvium escautien est le plus ancien dont je me suis occupé actuellement; je le considère comme datant de l'avant-dernier épisode glaciaire G''' auquel correspond le Campinien des géologues belges;

5° L'Escaut, qui a édifié cette partie occidentale du grand cône de déjection, a coulé dans la direction Sud-Nord. Plus tard, il a été dévié vers la direction Est-Ouest par une branche de la Meuse pleistocène coulant dans la direction Hasselt-Bruges;

6° A cet épisode glaciaire G''' a succédé le dernier épisode interglaciaire J''', durant lequel le climat était notablement meilleur. Les rivières étaient moins puissantes, la sédimentation faisait place à l'érosion. Cette érosion faisait disparaître la majorité des hautes terrasses dans le bassin de l'Escaut, le sable fut entraîné, les cailloux descendirent verticalement vers le vif-fond des vallées. Ce ne fut que le Diluvium escautien du Nord qui fut épargné par suite du détournement de l'Escaut, précisément comme le Diluvium fort ancien du Sundgau (Haute-Alsace) est resté intact jusqu'à nos jours, par suite du détournement du Rhin à Bâle, de l'Ouest au Nord;

7° Cette érosion creusait la vallée du « Démer-Rupel-Escaut-canal de Gand à Bruges » avec des ramifications vers le Nord à Gand et à Anvers. L'embouchure de Bruges fut abandonnée la première, ensuite celle de Gand, probablement par suite d'un mouvement de baisse du sol, plus intense dans le voisinage d'Anvers. Il me paraît impossible d'expliquer l'embouchure actuelle d'Anvers autrement qu'en admettant une simultanéité passagère de ces trois embouchures;

8° Une communication historique directe de Gand avec la mer du Nord est une chimère, les traces d'un régime fluvial antérieur à l'actuel pointent plutôt vers le Nord-Est que vers le Nord (chapitre IV);

9° Après le creusement des vallées, il s'y formait un nombre de dépôts d'eau douce interglaciaires (J''') énumérés dans le chapitre VI;

Maintenant quelques complications et difficultés.

10° Les vallées gantoise et gueldroise présentent une très grande analogie. Quand on n'a en vue que la stratigraphie, on arrive à la

conclusion que le sable de la surface est d'âge identique et a été déposé pendant G^{IV}, le dernier glaciaire. Mais, quand on a en vue la paléontologie, on hésite. Les coquilles du fond de la vallée gueldroise forment un ensemble qui, en Belgique, trouve son analogie dans la faune pleistocène de la partie *inférieure* des sondages de la côte, type Ostende.

La faune saumâtre du fond de la vallée gantoise, au contraire (chapitre III, dernière partie), est la faune de la partie *supérieure* de ces sondages. Il y a là une contradiction que je ne sais résoudre pour le moment et que je lègue tranquillement à l'avenir. Sans ce contraste, « tout serait pour le mieux dans le meilleur des mondes ».

En tout cas, il y a *deux* causes qui peuvent conduire au remplissage d'une vallée. Ce sont :

1° Le retour d'un épisode glaciaire, ou pluvieux du moins ;

2° La baisse du sol ou la hausse du niveau de la mer ou de base.

Beaucoup de géologues ont, hélas ! négligé l'une pour l'autre, au lieu de comprendre que l'une n'exclut pas l'autre, et il me semble qu'on pourra chercher la solution de la contradiction en admettant que la première cause est davantage en jeu pour la vallée gueldroise, la seconde, pour la vallée gantoise, où la pente est extraordinairement faible.

En somme, la question est encore assez obscure, mais je crois bien faire de fixer sur elle l'attention.

CHAPITRE X.

Bibliographie récente.

I. — *Liste des périodiques dans lesquels se trouvent les travaux de la liste II.*

A. — Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Bruxelles.
B. — Quarterly Journal of the Geological Society. London.
C. — Annales de la Société royale malacologique de Belgique. Bruxelles.
D. — Annales de la Société géologique du Nord. Lille.
E. — Archives du Musée Teyler. Harlem.
F. — Texte explicatif du levé géologique de la planchette de . . . . Bruxelles.
G. — Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Service de la Carte géologique du Royaume. Explication de la feuille de . . . . Bruxelles.
H. — Annales de la Société géologique de Belgique. Liége.
I. — Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. Bruxelles.
J. — Bulletin de la Société royale belge de Géographie. Bruxelles.
K. — Mededeelingen der Commissie voor het geologisch onderzoek. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeeling natuurkunde Amsterdam.
L. — Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap. Leiden.

II. — *Liste des travaux dans lesquels se trouvent les écrits cités dans le travail précédent.*

(La majuscule placée avant — a rapport à la liste I.)

1. 1839. A. — VI. A. H. Dumont, Rapport sur les travaux de la Carte géologique du Royaume pendant l'année 1839.

2. 1848. A. — XVI. Idem. 1848.

3. 1860. A. — XXIX. Page 436. Dr F. Scohy, Sur des ossements fossiles découverts à Lierre, le 28 février 1860. Page 405. Rapport de M. Nyst. Page 411. Rapport de M. De Koninck. Page 413. Rapport de M. Van Beneden.

4. 1866. B. — Godwin Austen, On the Kaïnozoïc Formations of Belgium.

5. 1868. — J. J. d'Omalius d'Halloy, Précis élémentaire de géologie.

6. G. Dewalque, Prodrome d'une description géologique de la Belgique.

7. 1872. — F. L. Cornet et A. Briart, L'homme de l'âge du Mammouth dans la province de Hainaut. Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques. Compte rendu de la sixième session. Bruxelles.

8. 1877. C. — XII. Bulletin des séances. E. van den Broeck et P. Cogels, Observations sur les couches quaternaires et pliocènes de Merxem, près d'Anvers.

9. 1877-1878. H. — V. O. van Ertborn, Relevé des sondages exécutés dans le Brabant.

10. 1878. E. — V. T. C. Winkler, Considérations géologiques sur l'origine du Zanddiluvium, du sable campinien et des dunes maritimes des Pays-Bas.

11. 1879. C. — XIV. E. van den Broeck, Compte rendu de l'excursion faite à Anvers, les 27 et 28 juillet 1879.

12. Idem. E. van den Broeck et P. Cogels, Diluvium et Campinien. Réponse à M. le Dr Winkler.

13. 1880. F. — O. van Ertborn et P. Cogels, Planchette de Boisschot.

14. Idem. Hoboken et Contich.

15. Idem. Tamise.

16. Idem Anvers.

17. Idem. Aerschot.

18. Idem. Heyst-op-den-Berg.

19. Idem. Putten.

20. Idem. Lierre.

21. M. Mourlon, Géologie de la Belgique. Bruxelles.

22. C. — XV. P. Cogels et O. van Ertborn, Nouvelles observations sur les couches quaternaires et pliocènes de Merxem.

23. 1881. F. — O. van Ertborn et P. Cogels, Lille.

24. Idem. Casterlé.

25. Idem. Kermpt.

26. D. — VIII. A. Rutot et E. van den Broeck, Les éléments du terrain quaternaire en Belgique.

27. 1882. C. — XVII. P. Cogels et O. van Ertborn, De l'âge des couches d'argile quaternaire de la Campine.

28. 1883. D. — IX. E. van den Broeck, Nouvelles observations faites dans la Campine en 1883, comprenant la découverte d'un bloc erratique scandinave.

29. C. — XVIII. E. Delvaux, Coup d'œil sur la constitution géologique de la colline Saint-Pierre et sur les alluvions qui forment le substratum de la ville de Gand.

30. Idem. — O. van Ertborn et P. Cogels, Observations sur le travail de MM. van den Broeck et Rutot relatif à leurs levés géologiques.

31. G. — E. van den Broeck, Feuille de Bilsen.

32. 1883-1884. H. — XI. Mémoires. E. Delvaux, Les puits artésiens de la Flandre.

33. 1884. C. — XIX. Mémoires. G. Dollfuss, Le terrain quaternaire d'Ostende et la *Corbicula fluminalis*.

34. Idem. — O. van Ertborn, Communication sur le sondage de Coolkerke.

35. 1885. G. — A. Rutot, Feuille de Thourout.

36. Idem. Roulers.

37. Idem. Wacken.

38. C. — XX. Bulletin. A. Rutot et E. van den Broeck, Note sur la nouvelle classification du terrain quaternaire dans la basse et dans la moyenne Belgique.

39. 1887. I. — I. A Rutot, Note sur l'allure souterraine des couches entre la Lys et la Senne.

40. H. — XIII. Mémoires. E. van den Broeck, Sur la constitution géologique des dépôts tertiaires, quaternaires et modernes de la région de Lierre.

41. 1888. I. — II. Mémoires. A. Rutot, Le puits artésien de Blankenberghe.

42. 1889. I. — III. Mémoires. J. Lorié, Les deux derniers forages d'Amsterdam.

43. 1892. J. — XVI. A. K. Van Werveke, Étude sur le cours de l'Escaut et de la Lys-Durme au moyen âge à Gand et en aval.

44. 1895. H. — XXII. Mémoires. M. Mourlon, Sur l'âge des sables qui, entre Aerschot et Watervliet, au Nord d'Eecloo, séparent l'argile de Boom (Oligocène moyen) de l'argile sous-jacente à ces sables.

45 I. — IX. Mémoires. A. Rutot, Note sur quelques points nouveaux de la géologie des Flandres.

46. Idem. — J. Lorié, Les métamorphoses de l'Escaut et de la Meuse.

47. 1896. I. — X. Légende de la Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40 000e, dressée par ordre du Gouvernement.

48. A. — XXII. Bulletins. M. Mourlon, Les mers quaternaires en Belgique.

49. I. — XI. Mémoires. A. Rutot, Les origines du Quaternaire de la Belgique.

50. 1898-1899. H. — XXVI. Mémoires. G. Velge et O. van Ertborn, Le puits artésien de Westerloo.

51. 1899. I. — XIII. Mémoires. J. Lorié, Observations supplémentaires sur le Quaternaire de la Lorraine et des Vosges.

52. Idem. Procès-verbaux. A. Rutot, Sur le creusement de la vallée de la Lys.

53 Idem. Idem. Distribution des couches quaternaires dans les vallées de la Belgique.

54. 1900. I. — XIV. Légende, etc., comme 47.

55. I. — XIV. M. Mourlon, Compte rendu de l'excursion géologique en Campine, 23, 24 et 25 septembre 1900.

56. 1901. I. — XV. Procès-verbaux. A. Rutot, Nouvelles observations sur le Quaternaire de la Belgique. Échelle stratigraphique et projet de légende du Quaternaire.

57. Idem. — Mémoires. O. van Ertborn, Matériaux destinés à l'établissement de la topographie souterraine du sous-sol de l'agglomération bruxelloise.

58. Idem. — O. van Ertborn, Puits artésien d'Ostende. Puits artésien d'Audenarde. Les puits artésiens de Droogenbosch, Forest et Uccle.

59. 1904. H. — XXXI. Mémoires. J. Cornet, Études sur l'évolution des rivières belges.

60. 1906. I. — XX. A. Briquet, Contribution à l'étude des origines du réseau hydrographique du Nord de la Belgique.

61. K. — 35. J. Lorié, De geologische bouw der Geldersche Vallei, benevens beschrijving van eenige nieuwe grondboringen VII.

62. 1907. I. — XXI. F. Halet, Coupes géologiques de quelques sondages profonds exécutés depuis 1900.

63. Idem. Idem. Coupes géologiques de quelques puits nouveaux exécutés sur le territoire des planchettes de Termonde et d'Alost.

64. Idem. Idem. Le puits artésien de l'amidonnerie de Hamme lez-Saint-Nicolas.

65. J. — E. Cambier, Études sur les transformations de l'Escaut et de ses affluents au Nord de Gand pendant la période historique.

66. L. — XXIV. J. Lorié, Het interglacialisme in Nederland.

67. 1908. I. — XXI. J. Lorié, La stratigraphie des argiles de la Campine belge et du Limbourg néerlandais.

68. Idem. XXII. F. Halet, Coupes géologiques de quelques sondages profonds trouvés dans la collection de feu le capitaine E. Delvaux. Supplément.

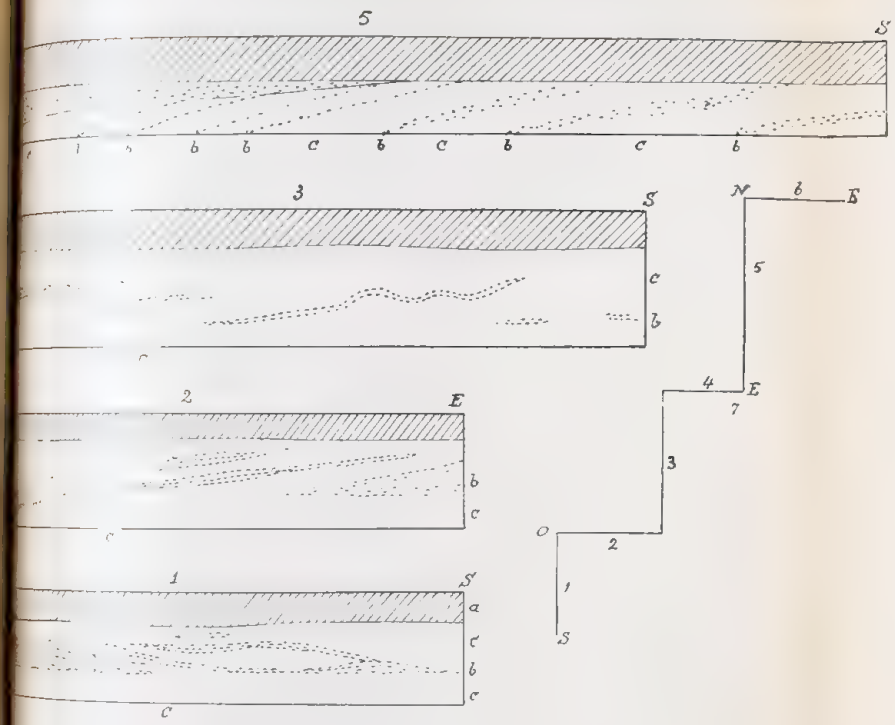
Supplément.

69. 1884. C. — XIX. O. van Ertborn, Communication sur le sondage de Coolkerke.

TABLEAU D'ASSEMBLAGE DES SONDAGES ÉNUMÉRÉS DANS LE TEXTE

- ● *La base du pleistocène se trouve entre le zéro d'Ostende et 5 m. au dessus*
- ▲ " " " " " *et 5 m. au dessous*
- ■ " " " " *5 et 10 m. au dessous du zéro d'Ostende*
- △ " " " " *10 et 15 m.* " " "
- □ " " " *plus bas que 15 m.* " " "
- ..... *Courbe de niveau de 20 m. au-dessus du zero d'Ostende*

TABLEAU D'ASSEMBLAGE DES SONDAGES
ÉNUMÉRÉS DANS LE TEXTE
La base du pleistocène se trouve entre le zéro d'Ostende et 5m. au dessus
et 5m. au dessous
5 et 10m. au dessous du zéro d'Ostende
10 et 15m.
plus bas que 15m.
Courbe de niveau de 20m. au-dessus du zéro d'Ostende
ÉCHELLE : 1/500 000
0 5 10 15 20 25 Kilom.
OSTENDE
BLANKENBERGHE
BRUGES
Damme
Coolkerke
Petit Crocodile
Leffinghe
Oudenburg
Snelleghem
Maldegem
Adegem
Groote Burkel
Oedelem
Knesselaere
St Georges
Ursel
Watervliet
Bouchaute
Angelina Polder
Basseveldе
EECLOO
Waerschoot
Wippelgem
Weegsche
Somergem
Assenede
Sas de Gand
Selzaete
Entwelde
Leedevryo
Mendonck
Puyen
Desteldonck
Oostacker
Loochristy
Meulestede
Mariakerke
Tronchiennes
Laethem
Zwynaerde
Gavere
Melle
Heusden
Voorde
Wetteren
Overbeke
Gysegem
Aalst
Ninove
Idegem
Grammont
Audenarde
Avelghem
Melchin
Espierres
Pecq
Ichteghem
THOUROUT
FURNES
DIXMUDE
Clercken
Staden
THIELT
Aerseele
Wynckt
Dentergham
DEYNZE
Sottem
Legem
Marckeghem
Machelen
Olsene
Zulte
ROULERS
MANDEL
Wacken
Passchendaele
Zonnebeke
Poperinghe
YPRES
Moorseele
Gulleghem
Desselghem
Deerlyck
Cuerne
COURTRAI
Nederbeek
MENIN
Ste Marguerite
Comines
Warneton
ARMENTIÈRES
HULST
AXEL
Kapellebrug
La Trompe
Kemsekestraat
St-Gilles
Zwartenberg
Vieuitarsten
Zarten Ruiter
Puivelde
Sinay
Exaerde
Mille Pommes
Lokeren
Waesmunster
Ste Anne
Zeveneeken
Zele
Zogge
Hamme
Kauter
Overmeire
Kerkstraat
Berlaere
Wichelen
Gruysken
Molenstraat
Kruysabeel
TERMONDE
Buggenhout
Castecle
Oppuers
St-Amand
Hingene
Notelaer
Eykvliet
Wintham
Boom
Willebroeck
Vinneken
Hof-ten-Bosch
Hipwoorde
Bois d'As
Sempst
Vilvorde
Trois-Fontaines
Laeken
Chaussée d'Anvers
Abattoir
Cureghem
BRUXELLES
Ternath
Doel
Kieldrecht
Calloo
Verrebroeck
Ferme Bleue
Polder d'Eeckeren
Chemin de Fer
Merxem
ANVERS
Melsele
Pipe de Tabac
Berne
Burcht
Berchem
Polder des Seigneurs
Portugeezenhoek
Hoboken
ST-NICOLAS
TAMISE
Contich
LIERRE
Emblehem
Kessel
Fort
Heyst op den Berg
Duffelstraat
Waelhem
Cauwendal
MALINES
Putte
Beersel
Boisschot
Goor
Prinsenbosschen
Vaerenwinkel
Grootloo
Loozenhoek
Muysen
Rymenam
Hofstade
Diependael
Haecht
AERSCHOT
Werchter
DIEST
Wilsele
Rillaer
LOUVAIN
Oostmalle
TURNHOUT
Lille
Casterlé
HAI
ESCAUT
LYS
DYLE
DEMER
DENDRE
SENNE
GRANDE NÈTHE
PETITE NÈTHE
GRANDE GETTE
MOTTE
WINGHE
MOERVAART
ZUID LEEDE
WEST LEEDE
OUDE LEEDE
VIEILLE CAEILE
CANAL DE TERNEUZEN
DURME
Aa



Quelques coupes dans l'argile de la Campine, près de Bergen-op-Zoom. (Chapitre VII.)

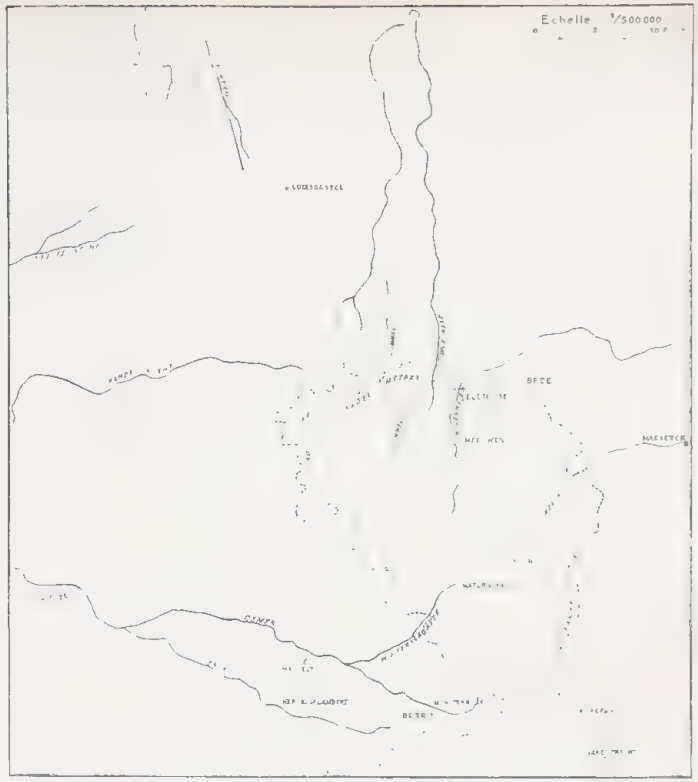
Fig. 7. — Coupe horizontale de la paroi de la briqueterie de M. Daverveldt, n° 30, entre Bergen-op-Zoom et Hoogerheide (p. 492). Échelle : $^1/_{4\,000}$.

Fig. 1, 3 et 5. Coupes verticales, dirigées du Nord au Sud. — Fig. 2. Idem, dirigée de l'Ouest à l'Est.

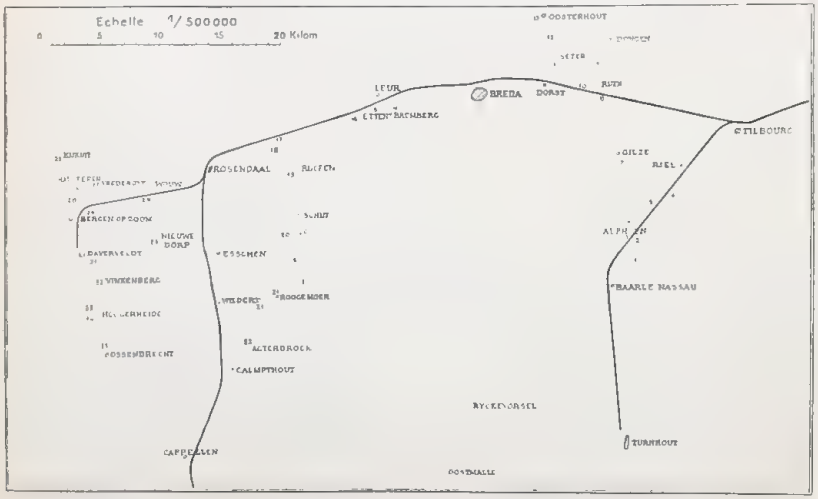
a. Sable humifère. — *b*. Petites couches de sable blanc (pseudo-Moll) dans l'argile de Tegelen *c*.

Échelle : $^1/_{200}$

Fig. 1 :	longueur,	18 mètres.	hauteur,		3m50
— 2	—	18	—	—	3m80
— 3	—	24	—	—	4m40
— 5	—	32	—	—	3m20



Plateau de Genck et origine de différentes petites rivières.
Ligne pointillée = courbe de niveau de 60 mètres.



Localités nommées dans le chapitre VII. Partie occidentale du Diluvium moséen. Diluvium escautien.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

J.-G. Richert. Les eaux souterraines de la Suède. (Planches VI à XVI.). . . 221

J. Lorié. Le Diluvium de l'Escaut. (Planches XVII et XVIII) 335

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Mémoires

Vingt-quatrième année

Tome XXIV — 1910 — Fascicule IV et dernier.

Smithsonian Institution
SEP 11 1911
National Museum.

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

SUR L'ÉVOLUTION

DE

L'ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE

DU SILURO-CAMBRIEN DE BELGIQUE

PAR LE

Prof^r C. MALAISE [1]

Le texte de Genappe étant le premier qui se rapporte à une planchette sur laquelle figure du Siluro-Cambrien, j'ai cru bien faire d'en profiter pour exposer succinctement l'évolution de l'échelle stratigraphique de nos premiers dépôts primaires.

De cette façon, je n'aurai plus, pour les autres textes, qu'à renvoyer à celui de Genappe, tout en donnant la légende spéciale du Siluro-Cambrien de chacun d'eux.

Plus de vingt années se sont écoulées depuis le commencement de l'impression de la Carte géologique officielle de la Belgique au 40 000e.

On comprend que, par suite de découvertes faites après cette époque, ou comme résultat même des levés géologiques, il y ait lieu d'apporter quelques modifications à certaines échelles stratigraphiques.

Pour ce qui me concerne, les systèmes silurien et cambrien ont été, de ma part, l'objet de nombreuses recherches, qui m'ont fait découvrir différents niveaux paléontologiques, lesquels m'ont permis d'y recon-

---

[1] Reproduction de l'Annexe au texte explicatif de la planchette géologique de Genappe.

naître presque tous les étages des régions classiques du Shropshire et du Pays de Galles.

J'ai été amené à modifier successivement la légende du Silurien belge et à lui donner actuellement une forme en grande concordance avec celle des Iles Britanniques.

Depuis près d'un demi-siècle, j'étudie le Silurien et le Cambrien de la Belgique. Dans mes mémoires : *Sur le Silurien du centre de la Belgique* (1873) et *État actuel de nos connaissances sur le Silurien de la Belgique* (1900), et par diverses notes se rapportant à ces mêmes systèmes, j'en ai établi la stratigraphie. Par des documents paléontologiques, j'ai pu démontrer la parfaite concordance de la plupart des assises siluriennes de Belgique avec celles du Pays de Galles.

Dans mes études sur le Siluro-Cambrien de Belgique, j'ai eu pour but principal d'en établir la stratigraphie et d'y chercher des fossiles qui pourraient me permettre de synchroniser nos différentes couches avec celles des terrains similaires étrangers, et surtout avec celles des régions classiques des Iles Britanniques.

Dès 1873, je proposai une échelle stratigraphique qui fut successivement modifiée, au moment du levé de la Carte géologique au 40 000e du Royaume, jusqu'en 1900, époque à laquelle je présentai une légende en rapport avec les connaissances acquises à ce moment.

En 1900, et à l'exemple de beaucoup de géologues, j'avais considéré le Cambrien et le Silurien comme constituant un seul système. Le système silurien se divisait en trois étages : l'inférieur, le cambrien, le moyen, l'ordovicien et le supérieur, le gothlandien ou silurien proprement dit.

Néanmoins, plusieurs géologues, adoptant les idées de M. Ch. Lapworth, prennent les trois étages comme systèmes distincts : on a alors les systèmes cambrien, ordovicien, silurien.

D'autres, à l'exemple de Sedgwick et de Murchison, y voient deux systèmes : le Silurien et le Cambrien. Je donne cette dernière interprétation, qui a été adoptée dans la légende de la Carte au 40 000e.

En Belgique, le Cambrien a été observé seul en Ardenne, où il constitue les massifs de Stavelot, de Serpont, de Rocroy et de Givonne; l'Ordovicien et le Gothlandien se trouvent seuls dans la bande de Sambre-et-Meuse; dans le massif du Brabant, on voit Cambrien, Ordovicien et Gothlandien.

J'ai pu établir, en ce qui concerne l'Ordovicien et le Gothlandien, le synchronisme de toutes les assises, à une exception près, avec celles du Pays de Galles. Quant au Cambrien, la synchronisation était en grande partie à faire.

Depuis 1900, j'ai découvert des faits et des fossiles nouveaux qui m'ont permis de perfectionner l'échelle stratigraphique du Silurien et d'en présenter la légende actuelle. Je n'ai rien à ajouter, comme assimilation au Gothlandien et à l'Ordovicien de la bande de Sambre-et-Meuse, et au Gothlandien du Brabant.

Dans l'Ordovicien du Brabant, j'ai reconnu à la base de l'assise de Gembloux, entre celle-ci et l'assise de Villers, un ensemble de couches que je considère comme l'équivalent de l'assise d'Oxhe de Sambre-et-Meuse, donc du Llandeilo. Je la nomme assise de Rigenée. On y trouve, notamment à Rigenée, *Primitia simplex*, et au Nord de Gembloux *Illænus giganteus*.

En 1900, j'avais reconnu dans le Gothlandien et l'Ordovicien de Sambre-et-Meuse et dans le Gothlandien du Brabant, l'équivalent des diverses séries anglaises. Pour l'Ordovicien du Brabant, il manquait le Llandeilo, qui a été signalé depuis, et l'Arenig, auquel j'avais rapporté avec beaucoup de doute l'assise de Villers, dans laquelle je n'ai rencontré qu'une espèce nouvelle de fucoïde : *Licrophycus elongatus* Coems. L'Arenig n'a pas été trouvé jusqu'à ce jour dans le Brabant.

Les quartzophyllades de Villers reposent sur les roches noires de Mousty et sont recouverts par les schistes quartzeux, ferrugineux, noirâtres de l'assise de Rigenée. Je les avais assimilés, avec beaucoup de doute, à l'Arenig et laissés à la base de l'Ordovicien. Je les considère de même âge que les quartzophyllades de Spa.

Les quartzophyllades du Salmien inférieur présentent une grande ressemblance avec ceux de Villers. Ils occupent, dans le massif de Stavelot, la même position sur le Revinien que ceux de Villers sur l'assise de Mousty.

En admettant cette assimilation, on a dans le Brabant l'équivalent d'une partie du Salmien de l'Ardenne. Restent les fossiles. Mais rien d'improbable que l'on rencontre *Dictyonema sociale* à la partie supérieure de l'assise de Mousty et peut-être aussi dans la partie inférieure des quartzophyllades de Villers.

La Carte géologique de Belgique au 40 000e étant achevée, l'échelle stratigraphique adoptée il y a plus de vingt-cinq ans ayant été quelque peu rectifiée dans ses grandes lignes, les modifications que nous présentons pour l'échelle stratigraphique du Silurien et du Cambrien, que nous avons élaborée en dernier lieu, pourraient être utilement et pratiquement adoptées, éventuellement, pour la revision d'une nouvelle édition du 40 000e.

Quoi qu'il en soit, nous allons mettre, autant que possible, notre légende en corrélation avec la Carte officielle.

Voici l'évolution successive du Silurien et du Cambrien en Belgique et, par suite, de son échelle stratigraphique.

De 1859 à 1869, MM. Gosselet et C. Malaise trouvèrent des fossiles siluriens dans différents points du massif du Brabant et de la bande de Sambre-et-Meuse, fossiles qui furent assimilés, avec raison, au Caradoc des Iles Britanniques.

En 1873, dans mon mémoire : *Description du terrain silurien du centre de la Belgique*, je donne les divisions suivantes :

IV. Assise de Gembloux ;
III. Assise d'Oisquercq ;
II. Assise de Tubize ;
I. Assise de Blanmont.

En 1877, j'ai signalé la présence d'*Oldhamia radiata* et *Oldhamia antiqua* dans différents points du massif du Brabant. Comme conséquence de cette découverte, j'ai assimilé la partie Nord dudit massif au Cambrien.

En 1883, à la suite d'études faites sur la constitution du massif du Brabant pour établir l'échelle stratigraphique du Silurien, en vue du levé au 20 000e de la Carte géologique, et après avoir démontré qu'il y avait dans ce massif du Silurien et du Cambrien, je proposai l'échelle suivante : la partie supérieure de l'assise de Gembloux, au-dessus du niveau à *Climacograptus scalaris*, devint l'assise de Ronquières, équivalent de la faune troisième de J. Barrande, l'assise de Gembloux, la faune seconde, et le Cambrien, la faune première ou primordiale du même géologue.

Terrain silurien.

Assise de Ronquières (*S3*).

Quartzites, grès et phyllades à *Monograptus priodon* (Faune troisième).

(Puissance approximative : 600 mètres.)

S3*b* Schistes ou phyllades gris bleuâtre ou gris noirâtre, plus ou moins feuilletés ; jaunâtres et grisâtres par altération (traces de calcaire et d'aragonite, recherches d'ardoises), à *Monograptus priodon*.

S3*a* Quartzites stratoïdes, grès ou psammites feuilletés gris verdâtre ou jaunâtres à *Monograptus priodon*.

Assise de Gembloux (*S2*).

Schistes ou phyllades noirâtres ou bleuâtres, simples ou quartzeux, plus ou moins pailletés et pyritifères; grisâtres, jaunâtres et brunâtres par altération; à *Orthis*, *Calymene* et *Climacograptus scalaris* (Faune seconde). Eurite, etc. Porphyroïdes.

(Puissance approximative : 600 mètres.)

S2*g* Porphyroïdes.

S2*f* Schistes ou phyllades gris verdâtre ou gris noirâtre.

S2*e* Schistes noirâtres et grisâtres à *Climacograptus scalaris*.

S2*d* Eurite. Diabase?

S2*c* Schistes ou phyllades noirâtres à *Climacograptus scalaris*.

S2*b* Schistes quartzeux fossilifères à *Orthis*, *Calymene*, etc.

S2*a* Phyllades ou schistes quartzeux, plus ou moins psammitiques, parfois pailletés, bleuâtres, grisâtres, ou bigarrés des deux.

Assise de Villers-la-Ville (*S1*).

Quartzophyllades à *Fucoïdes*.

(Puissance approximative : 300 mètres.)

S1*a* Quartzophyllades gris bleuâtre, gris jaunâtre, grisâtres, plus ou moins pailletés, passant au psammite par altération.

Terrain cambrien.

Assise d'Oisquercq (*C3*).

Phyllades et schistes bleuâtres ou bigarrés. Schistes ampélitiques à phtanites.

(Puissance approximative : 400 mètres.)

C3*a* (Facies ouest) Phyllades passant aux schistes ternes par altération, bleuâtres ou bigarrés de rougeâtre et de verdâtre.

C3*a* (Facies est) Schistes gris noirâtre et gris bleuâtre ampélitiques et graphitifères : phtanites.

Assise de Tubize (*C2*).

Quartzites, arkoses, phyllades verdâtres et aimantifères à *Oldhamia radiata* (Faune primordiale, partie inférieure). Diorite quartzifère, etc.

(Puissance approximative : 600 mètres.)

C2*a* Phyllades gris bleuâtre ou gris verdâtre aimantifères; arkoses verdâtres parfoi aimantifères; quartzites et phyllades quartzifères verdâtres, aimantifères, passant au quartzophyllade et au psammite par altération.

Assise de Blanmont (*C1*).

Quartzites verdâtres et gris bleuâtre. Phyllades graphiteux ou ampélitiques.

(Puissance approximative : 1 000 mètres.)

C1*b?* Phyllades simples, noirâtres, graphiteux et ampélitiques, graphitifères; quartzites gris bleuâtre et gris verdâtre.

C1*a* Quartzites verdâtres et gris bleuâtre; rougeâtres, blanchâtres ou bigarrés par altération.

Comme conséquence de la découverte plus récente de divers niveaux graptolithiques, signalée en 1890, il fallut modifier l'échelle stratigraphique du Silurien, proposée en 1883, en retranchant de l'assise de Gembloux les schistes à *Climacograptus scalaris*, pour les reporter dans l'assise de Ronquières. Nous avons eu alors la légende du Silurien et du Cambrien du massif du Brabant adoptée par la Commission géologique. Nous avons retranché de l'assise de Blanmont les phyllades ou schistes noirs de Jodoigne, que nous considérons comme reviniens.

Le Conseil de direction, la Commission géologique entendue, a arrêté la légende de la Carte géologique au 40 000e en août 1892; une seconde édition, revue, a été publiée en 1896, une troisième en 1900, et une quatrième en 1906.

C'est cette dernière qui nous servira de base de contrôle avec la légende que nous proposons. Nous ne nous occuperons ici que de la légende siluro-cambrienne du Brabant; nous émettrons plus spécialement nos idées sur le Cambrien de l'Ardenne et le Silurien de la bande de Sambre-et-Meuse lorsque se fera le relevé de ces parties.

Le tableau ci-après montre l'évolution de la légende.

LÉGENDE DU SYSTÈME SILURIEN

1873	1883	1896	1900
ASSISES DE	ASSISES DE	**Silurien supérieur.**	**Gothlandien.**
		Sl2b.	
	Ronquières.	Ronquières.	
		Sl2a.	
		Silurien inférieur.	**Ordovicien.**
IV. Gembloux.	Gembloux	*Sl1b.* Gembloux.	Gembloux.
			Rigenée.
	Villers.	Villers.	Villers.
			Mousty.
	Cambrien.	**Cambrien.**	**Cambrien.**
III. Oisquercq.	Oisquercq.	Revinien.	Revinien.
II. Tubize.	Tubize.	Devillien supérieur.	Devillien supérieur.
I. Blanmont.	Blanmont.	Devillien inférieur.	Devillien inférieur.

La division du Cambrien de l'Ardenne en Devillien, Revinien, Salmien étant généralement admise, les roches analogues se trouvant également dans le Brabant, nous adopterons la même nomenclature.

Nous avons dans le Cambrien du massif du Brabant les assises de Blanmont et de Tubize dans le Devillien ; l'assise de Mousty pour le Revinien, et l'assise de Villers pour le Salmien supérieur.

L'assise d'Oisquercq disparaît : les schistes gris ou bigarrés ne sont qu'un facies d'altération de l'assise de Tubize et sont à la partie supérieure de celle-ci. On y voit des cavités octaédriques qui ne sont que des cristaux négatifs de magnétite. J'y ai également rencontré *Oldhamia radiata* et *Oldhamia antiqua*. Ces roches ont eu comme notation *Dvm* sur certaines cartes et *Rvm* sur d'autres; elle doit être actuellement *Dv2*.

Quant aux schistes noirs, graphiteux, etc., de la même assise d'Oisquercq, ils constituent l'assise de Mousty, soit le Revinien.

Pour l'Ordovicien, Silurien inférieur de la Carte, nous avons en plus dans le Brabant l'assise de Rigenée (Llandeilo), qui repose sur les quartzophyllades de Villers; l'assise de Huy (Arenig) paraît ne pas y exister. L'assise de Rigenée est constituée par des roches de la partie inférieure de l'assise de Gembloux, et parfois par quelques-unes des couches supérieures de l'assise de Villers.

Quant au Gothlandien (Silurien supérieur de la Carte géologique), *Sl2a*, pas de changement; dans *Sl2b*, nous avons l'assise de Corroy (Wenloch) et l'assise de Vichenet (Ludlow).

J'avais considéré quelques échantillons de graptolithes, trouvés dans les schistes noirâtres de Monstreux, comme étant *Monograptus colonus*. De nouvelles recherches m'ayant procuré d'autres échantillons en assez bon état, j'ai pu constater que les schistes de Monstreux appartenaient au niveau à *Climacograptus scalaris* (Llandovery).

D'autre part, j'ai trouvé à Vichenet *Monograptus colonus*, en très bon état, au niveau stratigraphique qu'il devait occuper ; j'ai donc remplacé le nom de Monstreux par celui de Vichenet.

Voici les changements, modifications et rectifications que j'ai proposé d'apporter à la légende officielle de 1906, de la Carte géologique au 40 000e, dans le massif siluro-cambrien du Brabant.

Pour le Cambrien, le Devillien reste tel qu'il est. L'assise d'Oisquercq, dans laquelle j'avais cru d'abord voir deux facies équivalents et où de nouvelles recherches m'ont démontré deux niveaux différents, avait été placée d'abord dans le Devillien, puis dans le Revinien.

Les schistes gris et bigarrés, désignés dans les légendes de certaines

cartes par *Dvm* et *Rvm*, sont placés à la partie supérieure de *Dv2*, dont ils ne sont qu'un facies d'altération.

Les schistes noirs avec phtanites et calcaire (Mousty) et les phyllades et quartzites noirâtres (Jodoigne) constituent et restent le véritable Revinien : sur certaines planchettes, on leur a donné les notations *Dvm*, *Rv* et *Rvm*.

Les quartzophyllades à fucoïdes de l'assise de Villers-la-Ville deviennent du Salmien inférieur *Sm1*. Dans l'Ordovicien (Silurien supérieur de la Carte géologique), *Sl1a* (Arenig) n'a été trouvé que dans la bande de Sambre-et-Meuse. Les quartzophyllades de Villers deviennent du Cambrien et l'assise de Rigenée vient constituer la base de l'Ordovicien. Dans le Gothlandien, *Sl2b* est constitué par deux assises, celle de Corroy (Wenloch) et celle de Vichenet (Ludlow).

J'établis la corrélation de l'échelle stratigraphique nouvelle avec l'ancienne légende. Il n'y a rien de changé dans l'ordre de superposition.

Cette échelle, dont les divisions correspondent avec l'ensemble de celles des régions classiques des Iles Britanniques, constitue un grand progrès pour l'unification géologique : c'est une revision et en même temps une adaptation.

Par lettre du 30 novembre 1903, j'avais communiqué au Conseil de direction de la Commission géologique un projet de légende qui depuis n'a été que légèrement modifié. Les découvertes que j'ai faites depuis cette date en ont confirmé le bien fondé. Je m'efforcerai de les adapter le mieux possible à la légende de la Carte au 40 000e.

En donnant à ma légende la notation adoptée pour la Carte au 40 000e, il y a peu de modifications à apporter à cette dernière. Nous ajouterons à Silurien supérieur du 40 000e le mot Gothlandien et à Silurien inférieur celui d'Ordovicien.

Que l'on fasse un seul système silurien, ou deux, le Cambrien et le Silurien, ou trois systèmes, cela n'a que peu d'importance au point de vue de la Carte géologique de la Belgique au 40 000e. Aussi, pour ne pas compliquer, je prendrai également les notations admises ici : *Sl2* pour le Gothlandien ou Silurien supérieur, *Sl1* pour l'Ordovicien (Silurien inférieur de la Carte), et pour le Cambrien, *Sm*, *Rv*, *Dv*, généralement admis pour le Salmien, le Revinien et le Devillien, adoptés en Belgique et par M. Gosselet, etc.

Quoi qu'il en soit, et pour mettre ma légende en corrélation aussi directe que possible, j'adopterai les deux systèmes, Silurien et Cambrien, tels qu'ils ont été pris pour la Carte géologique au 40 000e de la Belgique.

Voici maintenant l'échelle stratigraphique du massif du Brabant, de la bande de Sambre-et-Meuse et des massifs de l'Ardenne, pour compléter ce qui concerne les systèmes silurien et cambrien en Belgique.

Je termine par un tableau où je donne, comme complément de mes dernières recherches depuis 1900, les divisions en assises du Silurien et du Cambrien, de l'Ardenne, du Brabant et de Sambre-et-Meuse, avec les niveaux des mêmes formations du Pays de Galles, avec lesquelles je les assimile.

ECHELLE STRATIGRAPHIQUE DES SYSTÈMES CAMBRIEN ET SILURIEN EN BELGIQUE

SILURIEN SUPÉRIEUR, GOTHLANDIEN (*Sl2*)

Massif du Brabant.

Sl2b'. Assise de Vichenet (Ludlow).

Schistes ou phyllades gris bleuâtre et gris noirâtre; psammites à *Monograptus colonus*.

Sl2b. Assise de Corroy (Wenlock).

Schiste et phyllade gris bleuâtre avec traces de calcite et d'aragonite à *Monoclimacis (Monograptus) vomerina*.

Sl2a. Assise de Grand-Manil (Llandovery).

Schiste, quartzite stratoïde et psammites feuilletés à *Monograptus Bohemicus (Tarannon)*.

Schiste et quartzite noirâtres, à *Climacograptus normalis*. Rhyolites anciennes.

Schiste grisâtre celluleux à *Phacops Stockesii*. Porphyroïdes.

Bande de Sambre-et-Meuse.

Sl2b'. Assise de Thimensart (Ludlow).

Schistes, psammite et calcaire à *Monograptus colonus*.

Sl2b. Assise de Naninne (Wenlock).

Schiste et psammite à *Monoclimacis (Monograptus) vomerina*. Calschiste et calcaire à *Cardiola interrupta*. Limonite.

Sl2a. Assise de Roux (Llandovery).

Schistes à graptolithes. *Climacograptus normalis* (1).

Rhyolites anciennes (2).

Schistes grisâtres, calcaire et calschiste à *Phacops Stockesii* et *Halysites catenularia*.

---

(1) Tihange.
(2) Piroy (Malonne).

SILURIEN INFÉRIEUR, ORDOVICIEN (*Sl1*)

Sl1b. Assise de Gembloux (Caradoc).

Schistes ou phyllades quartzeux, noirâtres ou bleuâtres, plus ou moins pailletés et pyritifères : *Calymene incerta, Trinucleus seticornis, Orthis Actionæ*, etc.

Sl1a'. Assise de Rigenée (Llandeilo).

Schistes noirs ou gris noirâtre, compacts, quartzeux, pyritifères, passant au quartz, avec gros nodules ou rognons quartzeux et pyritifères. *Illænus giganteus. Primitia simplex.*

Sl1b. Assise de Fosse (Caradoc).

Schistes quartzeux de différentes teintes, avec bancs d'arkose, nodules et bancs quartzeux et ferrugineux. *Calymene incerta, Trinucleus seticornis, Orthis biforata*, etc.

Sl1a'. Assise d'Oxhe.

Quartzite noirâtre micacé fossilifère et schiste noir. *Homalonotus bisulcatus. Trinucleus concentricus*, var. *favus, Orthis redux.*

Sl1a. Assise de Huy (Arenig).

Schistes noirs satinés, finement micacés, à cornets emboîtés (*Cone-in-Cone*), avec bancs de quartzite noirâtre, veiné de blanc, *Æglina binodosa, Caryocaris Wrightii, Diplograptus pristiniformis, Didymograptus Murchisoni.*

CAMBRIEN

Ardenne.

Sm2. Assise de Salm-Chateau (Salmien supérieur).

Phyllades ottrélitifères, manganésifères, oligisteux ou oligistifères à coticule. *Lingulocaris lingulæcomes.*

Sm1. Assise de Vielsalm (Salmien inférieur).

Quartzophyllade et phyllade. *Dictyograptus flabelliformis (Dictyonema sociale).*

Rv. Assise de Revin (Revinien).

Phyllade noir presque graphiteux, avec rognons et boulets de quartzite noir. Phyllade noir et quartzite noir. Phyllade tendre, gris bleuâtre perlé.

Dv2. Assise de Grand-Halleux (Devillien supérieur).

Quartzite verdâtre; phyllade violet (Fumay) ou gris verdâtre (Deville), avec magnétite. *Oldhamia radiata, Oldhamia antiqua.*

Dv1. Assise de Hour (Devillien inférieur).

Quartzite blanchâtre.

Brabant.

Sl1d. Assise de Villers.

Sm1. Quartzophyllades à *fucoïdes* gris bleuâtre, gris jaunâtre, grisâtres, plus ou moins pailletés, passant au psammite par altération. *Licrophycus elongatus.*

Rv. Assise de Mousty.

Phyllades noirs, schistes noirs graphiteux et quartzite noirâtre, pyriteux avec phtanite, et calcaire anthraciteux compact à *Primitia Solvensis.*

Dv2. Assise de Tubize.

Schistes quartzeux gris ou bigarrés. Quartzite vert, arkose et phyllade gris verdâtre avec magnétite. *Oldhamia radiata, Oldhamia antiqua.*

Dv1. Assise de Blanmont.

Quartzites blanchâtres, verdâtres et gris bleuâtre, rougeâtres ou bigarrés par altération.

SYSTÈMES CAMBRIEN ET SILURIEN

TERRAIN	Ardenne.	Brabant.	Sambre-et-Meuse.	Angleterre.
		Assise de Vichenet.	Assise de Thimensart.	Ludlow.
GOTHLANDIEN (*Sl2*).	Manque.	— Corroy.	— Naninne.	Wenlock.
		— Grand-Manil.	— Roux.	Llandovery,
		— Gembloux.	— Fosse.	Caradoc.
ORDOVICIEN (*Sl1*).	Manque.	— Rigenée.	— d'Oxhe.	Llandeilo.
		— non observée.	— de Huy.	Arenig.
	Assise de Salm-Château. (Salmien sup.).	— non observée.		Tremadoc.
	Assise de Vielsalm (Salmien inf.).	— Villers.	Manque.	Lingula Flags.
CAMBRIEN.	Assise de Revin. (Revinien).	— Mousty.		Lower Lingula Flags.
	Assise de Grand-Halleux. (Devillien sup.)	— Tubize. (Devillien sup.).		Solva.
	Assise de Hour. (Devillien inf.).	— Blanmont. (Devillien inf.)		Caerfay.

On rencontre dans le Silurien et le Cambrien plusieurs roches cristallines occupant des positions qui, pour quelques-unes, n'ont pas encore été tout à fait fixées. Ajoutons que pour l'âge de ces roches, on est loin d'avoir tout dit pour ce qui concerne leur nature.

Et l'on est loin également de savoir d'une façon positive les relations que certaines de ces roches, même voisines, peuvent ou ne peuvent pas avoir entre elles.

Les divisions établies par A. Dumont dans les parties les plus anciennes du massif du Brabant, qu'il considérait comme terrain rhénan, c'est-à-dire du Devonien inférieur, et celles que j'ai proposées depuis, lorsque j'eus reconnu que lesdites roches appartenaient au Siluro-Cambrien, furent basées sur les caractères stratigraphiques et lithologiques. Mais les caractères lithologiques présentent souvent des variations : les roches sont plus ou moins altérées, et les produits d'altération des roches de diverses assises présentent si souvent des caractères analogues que l'on ne peut que très difficilement les distinguer.

La paléontologie m'ayant fourni de précieuses données sur la faune des diverses assises que j'ai établies dans le massif du Brabant et dans la bande de Sambre-et-Meuse, je crois de la plus haute utilité de donner ci-après la liste des fossiles rangés stratigraphiquement.

SYSTÈME SILURIEN

Silurien supérieur (Gothlandien) *Sl2*.

Massif du Brabant.

—

Sl2b. Assise de Vichenet. (Ludlow.)

Monograptus colonus Barr.

Sl2b. Assise de Corroy. (Wenlock.)

Retiolites Geinitzianus Barr.

Monoclimacis (Monograptus) vomerina Nich. *sp*.

Bande de Sambre-et-Meuse.

—

Sl2b. Assise de Thimensart.

Monograptus colonus Barr.

Orthoceras mocktreense Sow.

Assise de Naninne.

Retiolites Geinitzianus Barr.

Cyrtograptus Murchisoni Carr.

Monograptus bohemicus Barr.

— *circinatus?* Törnq.

— *Nilssoni* Barr.

— *priodon* Bronn.

Monoclimacis (Monograptus) vomerina Nich.

Orthoceras aff. *attenuatum* Sow.

— *gregarium* Sow.

— *primævum* Forbes.

Crustacés.

Proetus Stockesii Murch.

Phacops Stockesii Milne-Edw.

Céphalopodes.

Orthoceras ibex Sow.

— *sp*.

Ptéropodes.

Tentaculites anglicus Schloth.

Lamellibranches.

Cardiola interrupta Brod.

Brachiopodes.

Rhynchonella borealis Schloth.

Atrypa imbricata Sow.

— *marginalis* Dalm.

— *reticularis* L. *sp*.

Retzia Salteri Dav.

Massif du Brabant.	Bande de Sambre-et-Meuse.
—	—
	Meristella crassa Sow. *p.*
	— *didyma* Dav.
	— *tumida* Dalm *sp.*
	Leptœna segmentum Ang.
	Strophomena antiquata Sow.
	— *pecten* L. *sp.*
	— *rhomboidalis* Wilck.
	Orthis biloba L.
	— *Edgelliana* Salt.
	Discina rugata Sow.
	ANNÉLIDES.
	Cornulites serpularius Schl.
	ANTHOZOAIRES.
	Halysites catenularius L. *sp.*
	Cœnites sp.
	Favosites gothlandica L.
	— *Hisingeri* Milne-Edw.
	Petraia bina Sow.
	Heliolites (Propora) tubulatus Sow.
	Obolus Davidsoni Salt. *var. transversus.*

Sl2a. ASSISE DE GRAND-MANIL. (Llandovery.)	*Sl2a.* ASSISE DE ROUX.
Tarannon.	
Monograptus bohemicus Barr.	
— *galaensis*? Lapw.	
— cf. *personatus* Tullb.	
— *priodon* Bronn.	
— *proteus* Barr.	
— cf. *Sedgwicki* Portl.	
— *subconicus* Törnq.	
Protovirgularia dichotoma Mc Coy.	
Diplograptus modestus Lapw.	
— *vesiculosus?* Nich.	
Climacograptus normalis Lapw. *(Cl. scalaris* L. *sp. var.).*	*Climacograptus normalis* Lapw.
Climacograptus rectangularis Mc Coy.	

Massif du Brabant.

Dimorphograptus elongatus Lapw.
— *Swanstoni* Lapw.
Monograptus gregarius Lapw.
— *sagittarius* His.
— *leptotheca* Lapw.
— *tenuis* Portl. (*Monograptus discretus* Nich).

CRUSTACÉS.

Lichas sp.
Acidaspis sp.
Cromus sp.
Zethus sp.
Amphion sp.
Sphœrexochus mirus Beyr.
Cheirurus insignis Beyr.
— *sp.* (têtes et hypostomes).
Phacops Stockesii Milne-Edw.
Illænus parvulus Holm.
— *sp.*
Trinucleus sp.
Turrilepas sp.

CÉPHALOPODES.

Orthoceras sp.

PTÉROPODES.

Tentaculites sp.

GASTÉROPODES.

Euomphalus trochostylus.
Diverses espèces très imparfaites.

BRACHIOPODES.

Orthis lata Sow.
Divers fragments en mauvais état.

BRYOZOAIRES.

Ptilodictya scalpellum Lonsd.

CYSTIDÉES.

Plaques de *Sphæronites sp.*

CRINOÏDES.

Tiges d'encrines.

Bande de Sambre-et-Meuse.

CRUSTACÉS.

Sphœrexochus mirus Beyr.
Phacops Stockesii Milne-Edw.
Illænus aff. *parvulus* Holm.
Calymene Blumenbachi Brongn.

CÉPHALOPODES.

Orthoceras sp.

BRACHIOPODES.

Atrypa marginalis Dalm.
Meristella subundata Mc Coy.
Leptæna tenuicincta Mc Coy.
— *transversalis* Dalm.
Strophomena corrugatella Dav.
— *pecten* L. *sp.*
— *rhomboidalis* Wilck.
Orthis biloba L.
— *crispa* Mc Coy.
— *insularis* Eichw.

ANTHOZOAIRES.

Halysites catenularius L. *sp.*
Favosites gothlandica L.
— *multipora* Sow.
Petraia bina Sow.
Heliolites (Propora) tubulatus Sow.

Massif du Brabant. — **Bande de Sambre-et-Meuse.** —

Silurien inférieur (Ordovicien).

Sl1b. Assise de Gembloux. (Caradoc).

Crustacés.

Lichas laxatus Mc Coy.
Zethus verrucosus Pand.
Cheirurus globosus Barr.
— *juvenis* Salt.
Phacops sp.
Illænus Bowmanni Salt.
— *Davisii* Salt.
Asaphus ? sp. (hypostome).
Homalonotus Omaliusi Mal.
Calymene incerta Barr.
Ampyx nudus Murch.
Trinucleus seticornis His.
Beyrichia complicata Salt.
Primitia(Beyrichia) strangulata Salt. *sp.*

Céphalopodes.

Lituites cornu-arietis Sow.
Phragmoceras sp.
Cyrtoceras sp.
Gomphoceras sp.
Orthoceras attenuatum ? Sow.
— *belgicum* Mal.
— *bullatum* Sow.
— *vagans* Salt.
— *vaginatum ?* Schloth.

Ptéropodes.

Hyolites sp.
— *sp.*
Tentaculites anglicus Salt
Conularia Sowerbyi Defr.

Gastéropodes.

Raphistoma lenticularis Sow.
Holopea striatella Sow. *sp.*
Cyclonema crebristria Mc Coy.

Sl1b. Assise de Fosse.

Crustacés.

Lichas laxatus Mc Coy.
Zethus verrucosus Pand.
Sphœrexochus mirus Beyr.
Cheirurus juvenis Salt.
Dalmanites conophthalmus Boeck.
Illænus Bowmanni Salt.
— *Davisii* Salt.
Homalonotus Omaliusi Mal.
Calymene incerta Barr.
Trinucleus seticornis His.

Céphalopodes.

Orthoceras belgicum Mal.

Gastéropodes.

Raphistoma lenticularis Sow.

Brachiopodes.

Leptæna sericea Sow.
— *tenuicincta* Mc Coy.
Strophomena rhomboidalis Wilck.
Orthis Actoniæ Sow.
— *biforata* Schloth *sp.*
— *calligramma* Dalm.
— *porcata* Mc Coy.
— *testudinaria* Lalm.
— *vespertilio* Sow.

Bryozoaires.

Ptilodyctia dichotoma Portl.
Glauconome disticha Goldf.
Phyllopora (Retepora) Hisingeri Mc Coy.
Fenestella Milleri Lonsd.
— *subantiqua* d'Orb.

Cystidées.

Echinosphœrites balticus Eich.

Massif du Brabant.

—

Bellerophon acutus Sow.
— *bilobatus* Sow.
— *carinatus* Sow.
Pleurotomaria latifasciata Portl.

LAMELLIBRANCHES.

Orthonota sp.
Grammysia sp.
Cypricardia sp.
Cucullella sp.
Nucula sp.
Ctenodonta sp.
Cardiola sp.
Modiolopsis orbicularis Sow.
Myalina sp.
Avicula sp.

BRACHIOPODES.

Atrypa marginalis Dalm.
Leptæna sericea Sow.
Strophomena antiquata Sow.
— *corrugatella* Dav.
— *euglypha* Dalm.
— *imbrex* Pand., var. *semi-globosa.*
— *rhomboidalis* Wilk.
— *tenuistriata* Sow.
Orthis Actoniæ Sow.
— *biforata* Schloth. *sp.*
— *calligramma* Dalm.
— *flabellulum* Sow.
— *grandis* Sow.
— *hirnantensis* Mc Coy.
— *porcata* Mc Coy.
— *testudinaria* Dalm.
— *vespertilio* Sow.

BRYOZOAIRES.

Retepora sp.
Ptilodyctia complanata Mc Coy.

Bande de Sambre-et-Meuse.

—

Sphæronites stelluliferus Salt.

CRINOÏDES.

Glyptocrinus basalis Mc Coy.
Tiges d'encrines.

ANTHOZOAIRES.

Petraia subduplicata Mc Coy.

Massif du Brabant.

—

ANNÉLIDES.

Serpulites longissimus Murch.

CYSTIDÉES.

Sphœronites stelluliferus Salt

CRINOÏDES.

Tiges d'encrines.

HYDROÏDES.

Climacograptus caudatus Lapw.
— *styloideus* Lapw.
— *tubuliferus* Lapw.

ANTHOZOAIRES.

Petraia elongata Phill.
— *subduplicata* Mc Coy.
Heliolites tubulatus Lonsd.
— *favosus* Mc Coy.

Sl 1 a'. ASSISE DE RIGENÉE.

Illænus giganteus Burm.
Primitia simplex Jones.

Bande de Sambre-et-Meuse.

—

(Llandeilo.) *Sl 1 a'*. ASSISE D'OXHE.

Illænus sp., un hypostome et divers fragments.
Homalonotus aff. *bisulcatus* Sal.
Calymene sp. un pygidium.
Trinucleus aff. *concentricus* Eat., var. *favus*
Beyrichia complicata Salt.
Orthoceras sp.
Orthis redux Barr.

(Arenig.) *Sl 1 a'*. ASSISE DE HUY.

Phyllograptus angustifolius Hall.
— *typus* Hall.
Diplograptus foliaceus ? Murch.
— *pristiniformis* Hall.
— *(Criptograptus) tricornis* Carr.
Climacograptus antennarius Hall.
— *Scharenbergi* Lapw.

Massif du Brabant.	Bande de Sambre-et-Meuse.
—	—
	Dichograptus hexabrachyatus Mal.
	— *multiplex?* Nich.
	— *octobrachyatus* Hall.
	Tetragraptus bryonoides Hall.
	Trichograptus? sp.
	Didymograptus indentus Hall. var. *nanus*, Loven.
	— *Murchisoni* Beck.
	— *Nicholsoni* Lapw.
	— *nitidus?* Hall.
	— *pseudo-elegans* Mal.
	Plumograptus sp.
	Thamnograptus? sp.

Accompagnant ces graptolithes : *Caryocaris Wrightii* Salt. et *Æglina binodosa* Salt., *Hyolites sp.*, *Lingula sp.*, restes de divers trilobites, excréments d'annélides, fucoïdes.

SYSTÈME CAMBRIEN.

Ardennes.	Brabant.
Étage salmien (*Sm*).	
Salmien supérieur (*Sm2*)	
Sm2. Assise de Salm-Chateau.	
Lingulocaris lingulæcomes.	
Salmien inférieur.	
Sm1. Assise de Viel-Salm.	*Sm1*. Assise de Villers-la-Ville.
Dictyograptus flabelliformis.	*Licrophycus elongatus* Coemans.
(Dictyonema sociale).	
Étage revinien (*Rv*).	
Rv. Assise de Revin.	*Rv*. Assise de Mousty.
Protospongia fenestrata.	*Primitia Solvensis.*
	Protospongia fenestrata.

Étage devillien (*Dv*).

Devillien supérieur (*Dv2*).

Dv2. Assise de Grand-Halleux.

Oldhamia antiqua.
— *radiata.*

Rv2. Assise de Tubize.

Oldhamia antiqua.
— *radiata.*

Devillien inférieur (*Dv1*).

Dv1. Assise de Hour.

Dv Assise de Blanmont.

LES
SCHIJNS ET L'ESCAUT PRIMITIFS
A ANVERS

PAR

GEORGES HASSE
Membre correspondant de l'Académie royale d'Archéologie de Belgique.

I. — Introduction 442
II. — Reconstitution du tracé grâce a la géologie 443
III. — Cours primitifs du Schijn et de l'Escaut 451
IV. — Les rivières souterraines 452

BIBLIOGRAPHIE

1. Archives de la ville d'Anvers :
Plans et croquis de la ville d'Anvers et des environs (1500, 1604); van Lijdert (1605); van Langren (1661); polderboek (XVIIe siècle); Max Grimm, de Wit, P. Verbiest, Aug. Vindeli (XVIIe siècle); Stijnen (1748).
Plans de l'Institut cartographique militaire. Bruxelles, 1900.

2. Archives du Musée Plantin-Moretus, Anvers :
Plans d'Anvers.

3. Archives de l'État a Anvers :
Plans d'Anvers.

4. Archives de l'État a Bruxelles :
N° 366. Carte figurative de l'Escaut, Rupelmonde, Anvers manuscrit (XVIe siècle).
N° 404. Les polders d'Anvers au fort Fréd. Henri (XVIIe siècle).
N° 214. L'Escaut devant Burght (1621).

5. Best, Émile, Bornhem. Son château, son histoire. (*Cercle archéologique*. Saint-Nicolas, t. VI, 1875, plan, p. 299.)

6. Becanus, Goropius, Originae Antwerpianae infol. Antwerp. typis Plantinianis, 1569.

7. Belpaire, Ant., Sur les changements que la côte d'Anvers à Boulogne a subis, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, depuis la conquête de César jusqu'à nos jours. (*Mémoires couronnés de l'Acad. roy. de Belgique,* 1827.)

8. Belpaire, Ant., Observation des marées. (*Nouveaux mémoires de l'Acad. roy. de Belgique*, 1838.)

9. Belpaire, Ant., De la plaine maritime depuis Boulogne jusqu'au Danemark. Anvers, 1855.

10. Carte des tonlieux de l'Escaut. Historisch onderzoek van de stad Antwerpen, 1505. Antwerpen.

11. Cogels, Paul, Observations géologiques à Anvers. (*Soc. roy. malacol. de Belgique,* t. IX, 1874.)

12 Cogels, P., et van Ertborn (baron O.), Observations géologiques à Anvers. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,* 1887.)

13. Cogels, P., et van Ertborn (baron O.), Quaternaire et Pliocène de Merxem. (*Soc. roy malacol. de Belgique*, t XV, 1880.)

14. Cogels, P., et van Ertborn (baron O.), Observations géologiques à Anvers. Bruxelles, Weissenbruch, 1883.

15. Cornet, J., L'évolution des rivières belges. (*Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, Mém., 1904.)

16. de la Jonkaire, Notice géologique sur les environs d'Anvers. (*Mémoires de la Soc. d'Hist. natur.* Paris, 1821. t. I, p. 110)

17. de Loë (baron Alf), Découverte de vestiges d'une station palustre au Neckerspoel-Malines. (*Bull. Mus. roy. du Cinquantenaire.* Bruxelles, octobre 1904.)

18. Delvaux, E , Les alluvions de l'Escaut et les tourbières aux environs d'Audenarde. Note sur un dépôt d'ossements dans la tourbe. Bruxelles, 1885.

19. Dejardin, Cap., Les dépôts pliocènes à Anvers. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,* 1877.)

19bis. Dejardin, Cap., Description de deux coupes de terrain à Anvers. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XIII, 1862, 2e sér., p. 470.)

20. Dejardin, Cap., Histoire des cartes et plans d'Anvers. (*Bull. de l'Acad. roy. d'archéol.*, t. XIX, XX, XLII, XLVI, XLVIII, 1886.)

21. de Wael, Les formations tertiaires à Anvers (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XX. 1853, n° 1, pp. 1 à 36.)

22. Hasse, Georges, Les barques de pêche trouvées à Anvers en 1884 et 1904-1905. Congrès archéologique international. Gand, 1907.

23. Hasse, Georges, Le cimetière de l'ancienne église de Sainte-Walburge à Anvers. (*Bull de la Soc. d'Anthropol.* Bruxelles, 1908.)

24 Keelhoff, Le redressement de l'Escaut et l'hydraulique fluviale. Gand, Ad. Hoste, 1900.

25. Kummer, J., Fascinage des digues et histoire des polders. Bruxelles, 1904, 1 vol. et 1 portf., pl.

26. Marshall, E.-J.-C., Essai historique et topographique sur Anvers. Anvers, J. Jouan, 1829.

27. Morisoto, Cl.-Bart., Orbis maritimi historia. Antwerpia, infol., 1643.

28. Mertens en Torfs, Geschiedenis van Antwerpen, 1ste deel. Antwerpen, 1845-1853

29. Mourlon, Notes. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 1876, pp. 606-760.)

30. Mourlon, Brèche dans une digue à Tamise. (*Bull de l'Acad. roy. de Belgique*, 1909.)

31. Rutot, A., Coupes manuscrites du bassin de batelage à Anvers.

32. Rutot, A., Géologie et préhistoire. (*Bull. de la Soc. belge de Géol.* Bruxelles, t. XX, 1906.)

33 Rutot, A., Les origines du Quaternaire de la Belgique. (*Bull. de la Soc. belge de Géol.* Bruxelles, t. XI, Mém., 1907.)

34. Stessels, Description hydrographique de l'Escaut et des courants de marée. (*Annales des Travaux publics*. Bruxelles, t. XXIII, XXV, XXIX.)

35. Uyttenhoeven, A., Note sur un crâne humain extrait d'une tourbière près de l'Escaut en 1819. (*Bull de la Soc. paléontol.* Anvers, t. I, 1859.)

36. Uyttenhoeven et de Wael, N, Note sur les objets qui ont été recueillis au Kattendijk à Anvers. (*Bull. de la Soc. paléontol.* Anvers, t. I, 1859.)

37. Van Dam, Beschrijving van alle plaatsen en polders ingebroken door watervloeden. 1682, in-8°.

38. Van Bogaert, Cl, Croquis toponymiques. Anvers, 1903.

39 van den Broeck, E., Dépôts tertiaires et quaternaires modernes de Lierre. (*Soc. géol. de Belgique*, t. XIII, Mém., 1887.)

40. van den Broeck, E, Dépôts pliocènes à Anvers. (*Soc. belge de Géol.*, t. VI, 1892)

41. van Ertborn (baron O.) et Cogels, P., Planchette de Lierre. Société géologique. Bruxelles.

42. van Ertborn (baron O.), Dépôts quaternaires de Belgique. (*Soc. roy. malacol. de Belgique*, t. XXXVIII, 1903)

43. van Ertborn (baron O.), Sur le cours primitif de l'Escaut d'après les données de la géologie. (*Bull. de la Soc. géogr.* Anvers, t. III, 1879, p. 229.)

44. Van Rysselberghe, F, Note sur les oscillations du littoral belge. (*Mémoires couronnés de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXIX, 1880, in-8°, 18 p., 1 pl)

45. van Overloop, Eug., Les origines du bassin de l'Escaut. Bruxelles, Hayez, 1890, 1 vol., 1 pl., 2 cartes.

46 Zuber, Coupe du terrain à l'emplacement de l'écluse maritime de l'État au Kattendijk à Anvers. (*Bull. de la Soc. paléontol.* Anvers, t I, 1859.)

47. Wauwermans, Gl, Origines du bassin de l'Escaut. (*Bull. de la Soc. géogr.* Anvers, t. I, p. 160; t. II, p. 189.)

INTRODUCTION.

Lentement nous apparaît l'histoire géologique de notre pays; les grands travaux exécutés depuis nombre d'années en ont été les adjuvants nécessaires, obligés.

Depuis cent ans, Anvers a connu de grands travaux maritimes, et depuis cent ans la géologie d'Anvers est devenue une question qui n'a encore fait que gagner en intérêt scientifique de jour en jour.

Dix années d'études du sous-sol d'Anvers m'ont permis d'avoir des idées et une compréhension en rapport avec les exigences scientifiques modernes.

Au cours de mes études dans les grands travaux maritimes exécutés depuis 1902 et encore en voie d'extension actuellement, il m'a été donné d'observer d'innombrables coupes de terrains montrant bien souvent des dépôts d'alluvion; c'est ainsi que l'idée me vint d'essayer de reconstituer en partie par la géologie, en partie par des cartes anciennes, le cours des Schijns et de l'Escaut primitifs à Anvers.

La présente étude ne comprend la reconstitution et l'histoire des anciens cours d'eau que pour le territoire d'Anvers, des polders de Kiel, de Hoboken, d'Austruweel, Eeckeren, Merxem, Ferdinandus, Steenborgerweert sur la rive droite et Borgerweert sur la rive gauche.

Je me suis servi des notes géologiques de MM. Bernays, Cogels, Dejardin, Delvaux, de Wael, Mourlon, Rutot, van den Broeck, van Ertborn, Zuber; des notes hydrographiques de MM. Best, Belpaire, Cornet, Kummer, Rutot, van Overloop, Van Rysselberghe, Wauwermans; des anciens plans d'Anvers et de ses environs des XVIe, XVIIe, XVIIIe siècles, pour tenter de reconstituer l'organisation et le tracé des anciens cours d'eau à Anvers depuis le Néolithique jusqu'au XVIe siècle, époque où tous les polders furent endigués et organisés comme nous les voyons encore actuellement et furent creusés les « watergangen » ou canaux de dérivation régulière des eaux.

II.

Étude géologique de la reconstitution du tracé des anciens cours d'eau à Anvers.

Les nouveaux bassins creusés au Nord d'Anvers de 1902 à 1907 ont permis une étude approfondie sur plus de 50 hectares d'une nombreuse série de coupes géologiques intéressant d'anciens cours d'eau.

J'entreprendrai tout d'abord l'étude détaillée de diverses coupes dans ces bassins dits intercalaires. (Planche XXI, nos 1 et 4 et fig. 2.)

La première coupe que nous pouvons considérer comme type est celle prise sur une longueur de 125 mètres dans le sens transversal du courant (pl. XX, coupe AB, fig. 1 et pl. XXII).

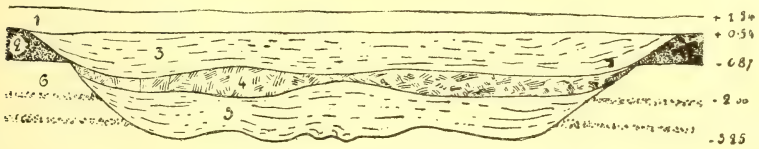


Fig. 1. — Coupe AB de la planche XX.
Voir photographie de la coupe de 125 mètres (pl. XXII).

1. L'argile des polders se trouve en stratifications très régulièrement horizontales, déposée dans le polder de Steenborgerweert depuis 1583, date des inondations défensives contre le prince de Parme; de nombreuses pièces de bronze à l'effigie de Philippe II, roi des Pays-Bas, 1590 et 1592, ont été retrouvées dans l'argile au contact de la tourbe.

L'argile a ici une faible épaisseur, parce que les inondations successives de ce polder en ont enlevé une grande partie; dans d'autres polders, l'argile est beaucoup plus épaisse; mais partout elle a nivelé entièrement les anciens dépôts de cours d'eau au XVIe siècle après la réorganisation des polders et le creusement des nombreux canaux de dérivation des eaux.

2. Couche compacte de tourbe, formée depuis la période néolithique jusqu'au XIe siècle, date à laquelle les forêts disparurent à cause des incessants ouragans et inondations du XIe siècle. Une hache en silex poli a été retrouvée dans la tourbe, au contact de l'argile verte sous-jacente.

La couche de tourbe a une épaisseur variable pour différents points des polders, mais à Anvers, elle a au moins 30 centimètres d'épaisseur et se trouve disposée en une couche régulière, homogène, bien horizontale et constante.

3. Dépôts fluviatiles argilo-limono-sableux à stratifications horizontales régulières, formés depuis le XIe siècle, date des premiers endiguements, jusqu'en 1583.

Ces dépôts sont extrêmement réguliers, horizontaux; les stratifications sont, ou bien régulièrement sablo-limoneuses alternées avec des parties argileuses, ou bien régulièrement limoneuses et toujours horizontales et se terminant en fuseau vers les rives. Aucun fossile arraché des rives dans les couches de limon, des mollusques fluviatiles assez fréquents, parfois un débris ou un objet intéressant une époque historique.

Des poteries noires du XIe siècle furent retrouvées au contact des couches 3 et 4, puis de nombreux fonds de pots à pincées, des grès vernissés, des fragments de tuiles flamandes du XIIIe siècle, et vers l'argile des polders, des débris de poteries rouges bien vernissées du XVe siècle.

Normalement, ces dépôts supérieurs se montrent stratifiés avec grande régularité; ils peuvent exister seuls dans une coupe et démontrent alors un bras de rivière qui s'est creusé à côté des autres vers le XIe siècle seulement.

4. Dépôts fluviatiles sableux, blancs par décoloration, à stratifications irrégulières entrecroisées, formés depuis le IIIe-IVe siècle jusqu'au XIe siècle.

Les sables de ces dépôts proviennent toujours des terrains en place dans les rives et qui ont été érodés par l'action du courant; les mollusques fossiles y sont nombreux et y sont mêlés; on trouve des fossiles poederliens, scaldisiens, diestiens, miocènes, oligocènes, mêlés à des coquilles modernes fluviatiles, à des arbres entiers couchés dans les dépôts, à des végétaux en paquets, à des blocs de tourbe roulés, arrachés du banc de tourbe voisin.

Les stratifications ne sont plus jamais horizontales dans ce dépôt et, d'après l'étude des dépôts, ces stratifications sont irrégulières, entrecroisées, non pas parce que le courant était violent, mais parce que, au début de leur sédimentation, la marée est apparue dans les cours d'eau, poussant régulièrement deux fois par jour son flux, bouleversant le régime de sédimentation lente qui jusque-là avait été la règle (la coupe le montre), érodant les rives, arrachant aux terrains en place

les sables et les fossiles et la tourbe. Il était tout naturel de retrouver mêlés, là où la coupe fut relevée et étudiée, les fossiles poederliens, scaldisiens et diestiens, mais étant donné l'orientation régulière des rivières et la connaissance de l'affleurement de ces divers terrains à Anvers, il était impossible d'expliquer la présence parmi eux des grands septarias de l'argile de Boom, des débris nombreux de *Nautilus* de l'argile de Boom, de *Leda Deshayesiana*, de *Cardita Kickxii*, des vertèbres oligocènes roulées d'*Halitherium*, des septarias perforés par *Pholas* et *Saxicava* provenant du contact du Miocène avec l'Oligocène.

L'orientation des cours d'eau montre l'impossibilité de l'apport de ces matériaux de Boom à Anvers, et la seule hypothèse logique à admettre, c'est qu'au début du dépôt de ces sables, les débris ont été amenés de l'autre rive de l'Escaut, où l'argile de Boom et le Miocène affleurent, et que l'Escaut vers le IIIe siècle n'existait pas encore devant Anvers comme maintenant.

L'ensemble formait un réseau inextricable de rivières enchevêtrées.

D'ailleurs, on ne peut comprendre, dans une région comme celle d'Anvers, où l'on n'a pu démontrer de véritables affaissements depuis le Néolithique dans les divers terrains, où la déclivité naturelle du sol est faible, des alternances de violence de courant qui seules expliqueraient ces variations dans la forme de stratification des sédiments. Si l'on devait invoquer un courant d'eau plus violent à une époque déterminée pour expliquer les stratifications entrecroisées, le fait d'avoir trouvé dans ces dépôts des débris fossiles venant de loin en aval et non de loin en amont suffirait pour répondre; aussi j'estime que la seule explication possible est celle de l'apparition de la marée à un moment donné dans ces anciennes rivières.

Pourquoi la marée s'est-elle fait sentir aussi violemment vers les IIIe et IVe siècles dans ces cours d'eau, venant révolutionner toute leur organisation? La question reste encore un problème; si la sédimentation est redevenue horizontale limoneuse au XIe siècle, l'explication en est facile : l'homme s'est mis à endiguer les polders, obligeant ainsi les eaux de marée à s'arrêter contre les vannes et les eaux d'amont à recommencer la sédimentation lente, horizontale et limoneuse.

En ordre stratigraphique, nous retrouvons d'abord, au contact entre les couches 4 et 5, de nombreux ossements entaillés; puis des tuiles romaines, des meules romaines, des fragments de canalisation en poterie romaine, puis vers le contact entre les couches 3 et 4, des débris de poteries mal cuites, à pincées.

5. Dépôts fluviatiles limono-sableux, à stratifications horizontales

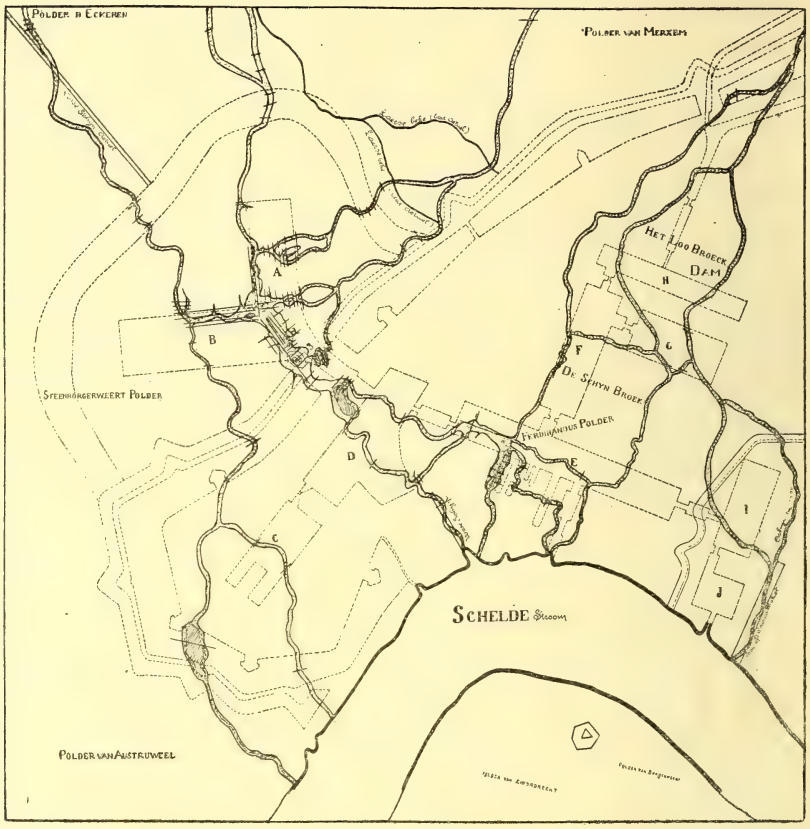


Fig. 2. — Reconstitution du cours des Schijns au Nord d'Anvers.

Les parties en traits hachurés : cours reconstitué des Schijns. — Les parties en traits continus : cours d'eau encore existants. — Les parties en traits interrompus : contour du bassin et de l'enceinte d'Anvers de 1860. — Les parties en traits continus et pointillés associés : enceinte de 1500. — Les traits droits coupant les parties hachurées indiquent les relevés de coupes géologiques.

A, *B*, nouveaux bassins intercalaires. *C*, bassin America. *D*, bassin Lefebvre. *E*, bassin Kattendijk. *F*, bassin aux bois. *G*, bassin Asia. *H*, bassin aux minerais. *I*. Grand bassin. *J*, Petit bassin.

1, à l'angle vers l'Escaut dans le bassin *D* : point où ont été découvertes cinq barques en 1884. — *2*, au bassin intercalaire *A* : une barque du XIe siècle. — 3, au bassin intercalaire *A* : débris de barques du VIIe siècle.

régulières, avec coquilles d'eau douce, formés depuis le creusement des Schijns à l'époque initiale du Néolithique, jusque vers les IIIe et IVe siècles.

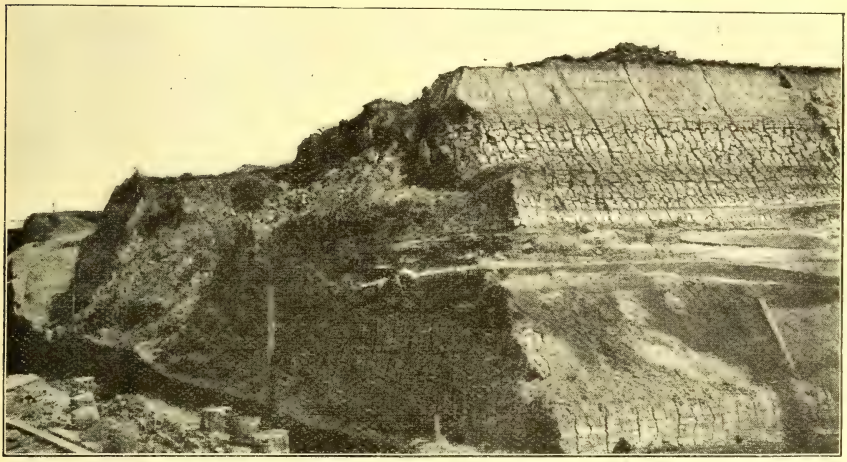


Fig. 3. — Coupe du gouffre au point *C* (planche XX) montrant admirablement toutes les couches d'alluvions surmontées par l'argile des polders.

En ordre stratigraphique, nous y retrouvons des ossements entaillés au silex, des silex utilisés et taillés, un marteau en bois de cerf, des poids de filets en grès bruxellien et enfin, au contact des couches 4 et 5, des ossements entaillés au silex et au métal.

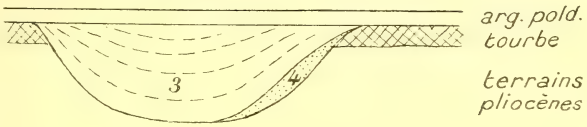


Fig. 4.

Cette grande coupe fut prise entre les deux bassins intercalaires, au milieu, en AB (pl. XX et fig. 2, bassins AB).

Certaines coupes ne montrent plus que les dépôts (n° 3) les plus récents, par suite d'affouillements brusques; on retrouve alors sur le côté encore un peu de sable blanc mélangé avec des fossiles, des débris de tourbe, des pierres, et tout le dépôt ne forme qu'un ensemble homogène limoneux à stratifications très régulières (fig. 4).

Ou bien encore, toutes les couches géologiques subissent un bouleversement complet et se montrent dans une coupe mêlées et enchevêtrées (fig. 5 et 6).

Ou bien encore, les dépôts les plus récents restent en place, les dépôts à stratifications entrecroisées se laissent affouiller et il s'y forme un mélange de diverses époques; les deux coupes ci-dessous (fig. 7) le démontrent fort bien : il s'agit d'une coupe au bassin Lefèvre, en un point où furent retrouvées des embarcations des XIIe et XIIIe siècles.

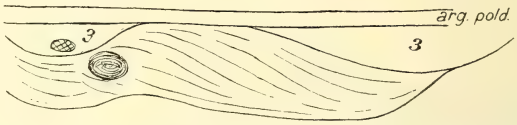


Fig. 5. — Coupe au point *D*. Schéma de la photo fig. 6.

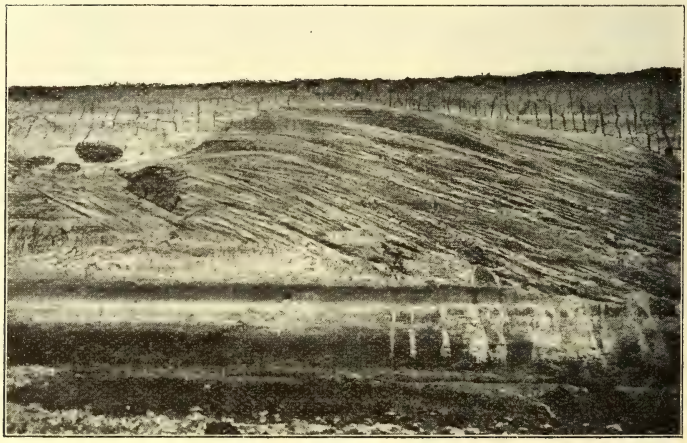


Fig. 6. — Photo au point *D*.

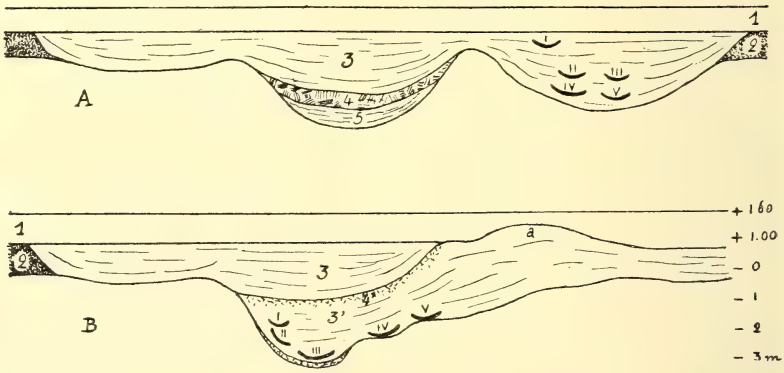


Fig. 7. — *A*. Position initiale hypothétique, en I-V (fig. 2, D), des cinq barques considérées. *B*. Position observée, après le remaniement de 1421.

Il peut encore se faire qu'au milieu des dépôts fluviatiles restés en place, se soit creusé un gouffre récent; ce cas fut admirablement démontré pour la découverte de la barque du XIe siècle au point I (fig. 9).

Fig. 8. — Photographie de la tranchée représentée sur le schéma *B* de la figure 7. (Fig. 2, bassin *D*.)

Dans tous les coudes brusques de ces rivières, des affouillements ou des mélanges de couches se produisent; j'ai pu en observer beaucoup et de très curieux, dont je reproduis ci-après quelques dessins (fig. 10 à 14).

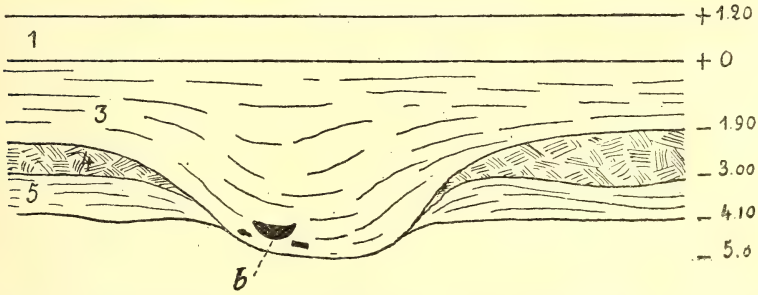


Fig. 9. — Gisement de la deuxième barque : coupe dans le sens de la ligne indiquée en 2 sur la planche XX.

En partant donc de la coupe type et tâchant toujours de reconstituer l'état normal de la disposition des couches, on peut toujours arriver

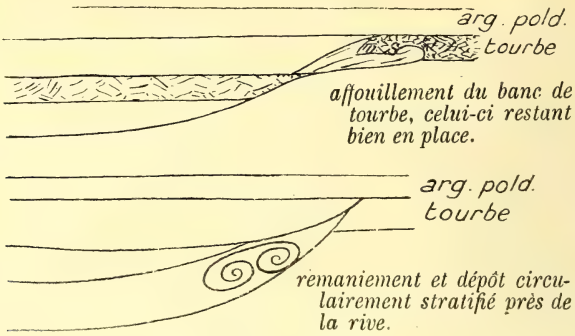


Fig. 10.

Fig. 11.

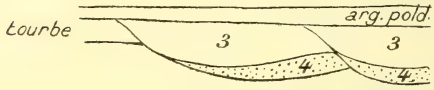


Fig. 12. — Coupe au point *D*.

Fig. 13. — Coupe D de la planche XX, remaniements dans des courbes brusques.
Voir schéma figure 14.

à leur restituer leur âge géologique et à aider l'archéologue à dater exactement les objets de fouilles (voir coupes fig. 1 et pl. XXII).

Il faut évidemment, dans l'étude de ces anciens dépôts d'alluvion, toujours connaître exactement les terrains au sein desquels les cours d'eau se sont creusés; les coupes que j'ai pu étudier à Anvers, Stabroeck, Malines et Gand me l'ont démontré.

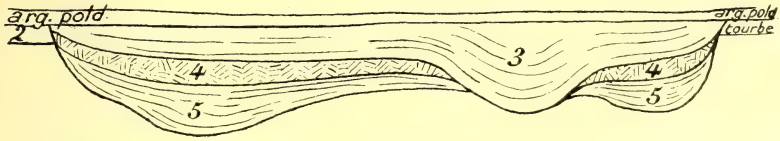


Fig. 14. — Coupe longitudinale de *J* en *C* (planche XX), montrant deux gouffres creusés pendant le néolithique et un gouffre creusé au XIe siècle entre les deux autres.

Il résulte de l'étude d'ensemble de toutes les coupes relevées que les anciennes rivières avaient en moyenne de 12 et 15 à 20 et 40 mètres de largeur, et que cette largeur, aux temps les plus anciens, différait de 1 mètre en moins seulement; que la profondeur avait de 2 à 4 et 5 mètres; la planche XX montre parfaitement toutes ces caractéristiques.

Cours primitifs des Schijns et de l'Escaut à Anvers.

Le plan n° II (pl. XXI) montre la reconstitution du tracé du cours des Schijns à Anvers; les coupes géologiques relevées sont indiquées par des traits transversaux.

J'ai voulu montrer surtout que là où nos cartes actuelles ne portent plus trace d'indication de cours d'eau, existait tout un réseau de rivières, que toutes ces rivières s'enchevêtraient à l'infini, que leur direction habituelle était Nord-Est Sud-Ouest.

En étudiant les anciennes cartes du XVIe siècle, nous voyons sur la rive gauche et sur la rive droite figurer, soit près de l'Escaut, soit assez loin de lui, de véritables dilatations irrégulières des rivières et dénommées *Weelen*; or, la géologie m'a permis de retrouver un de ces weelen de 1,000 mètres de long environ dans les bassins n° 5, un autre de 500 mètres dans le bassin n° 7, un encore de 200 mètres dans le bassin n° 13, un de 100 mètres sur la rive gauche au Kranke-

loon; c'est donc que jadis, avant que l'Escaut fût organisé comme nous le voyons, Anvers avait un véritable système hydrographique spécial formé par une succession régulière de weelen souvent très larges et très longs, et reliés entre eux par d'innombrables bras de rivières.

Ces weelen ayant existé avant le XIe siècle (la géologie le démontre), il est certain que l'idée émise de leur formation par ruptures de digues uniquement, tombe et que seule leur transformation au cours des siècles et leur grande variation de grandeur après le XVIe siècle résultent alors de ruptures de digues.

La disparition de toutes les rivières dans le polder de Borgerweert sur la rive gauche, malgré l'existence de weelen encore actuellement, se comprend par l'absence de poussée des eaux, parce que les digues les empêchent d'entrer dans le polder et que la déclivité des terrains y est Sud-Est Nord-Ouest.

Quelles sont donc alors les causes de l'organisation hydrographique de l'Escaut comme nous le voyons maintenant? La variabilité des tracés des cours d'eau en terrain plat en est une, la main industrieuse de l'homme en est une autre, peut-être de légers affaissements de terrains encore une; mais une partie des causes nous échappera cependant longtemps encore.

IV.

Les rivières souterraines.

Au cours de mes levés de coupes d'anciennes rivières en 1904, dans les bassins intercalaires (n° 4), il m'a été donné d'observer une véritable formation indiquant un ruisseau souterrain faisant communiquer à grande distance des bras de rivières entre eux.

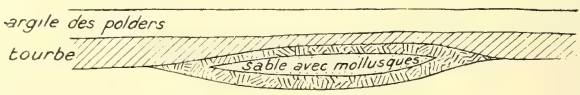


Fig. 15.

La coupe sur 200 mètres de longueur entre deux bras de rivière montrait sous l'argile des polders la couche de tourbe fendue en deux et renfermant entre ses deux parties du sable fin avec des mollusques et,

arrivée au bras de rivière, la couche sableuse se continuait dans une strate sableuse des alluvions supérieures (fig. 15).

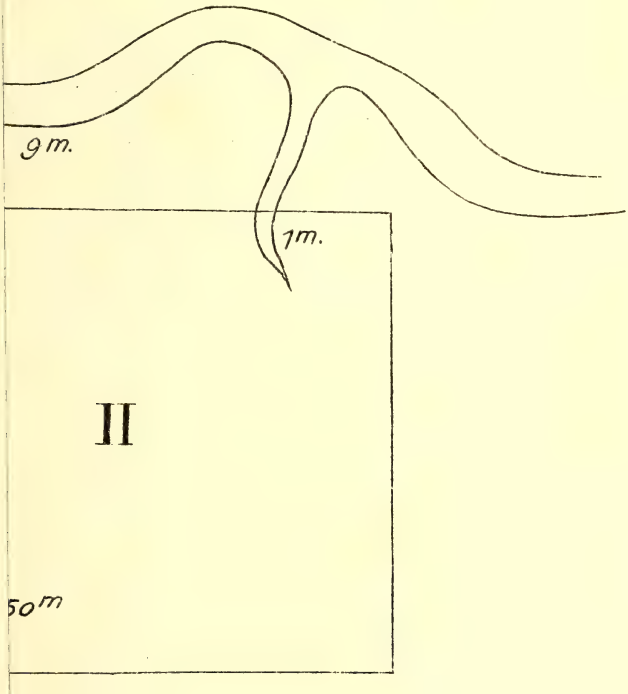
Il y avait donc une véritable filtration souterraine qui s'était établie entre les XIe et XVIe siècles.

J'ai pu observer en 1905 les mêmes coupes curieuses sur 100 mètres de long avec une orientation différente et aussi entre deux bras de rivières.

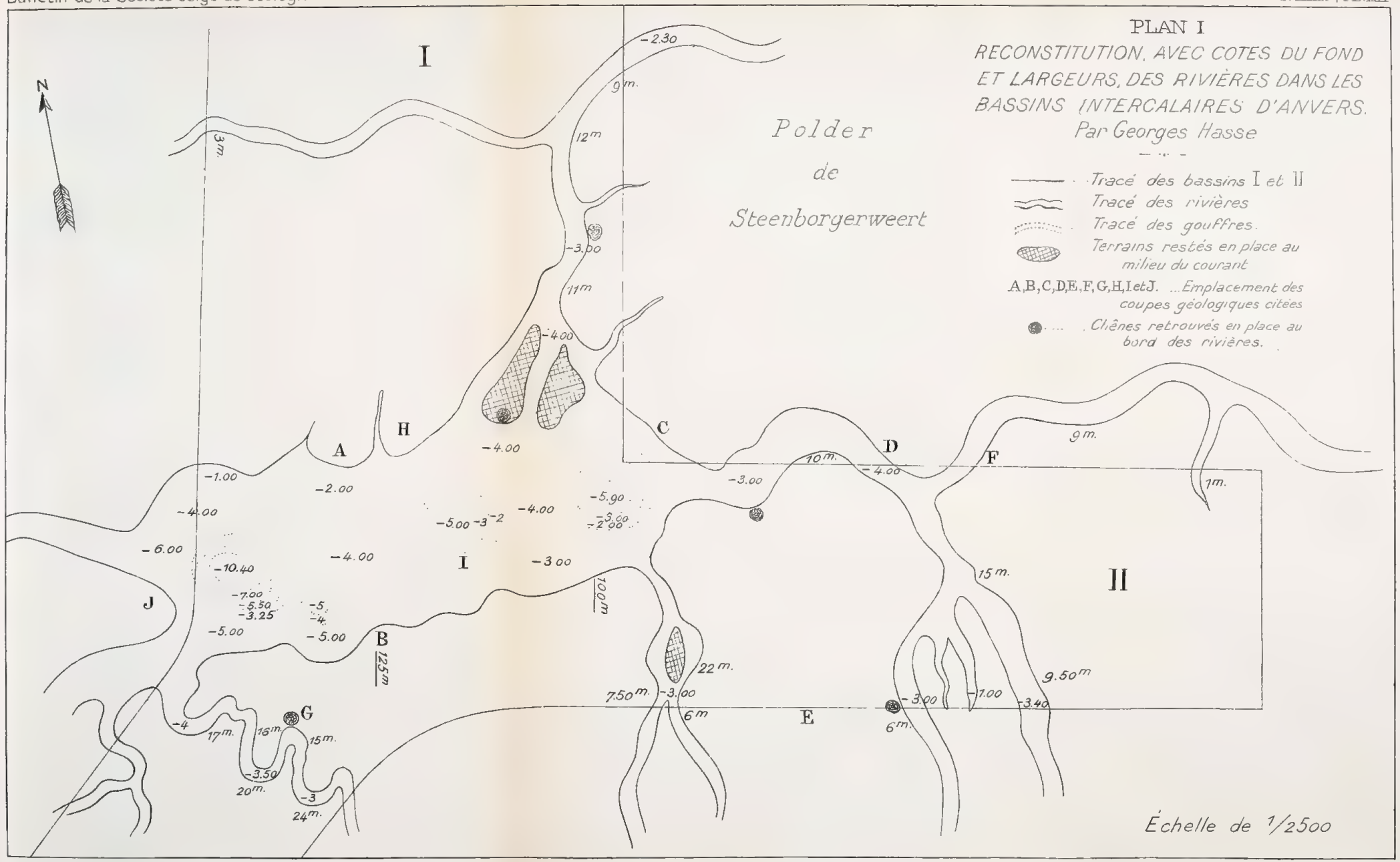
PLAN I

TITUTION, AVEC COTES DU FOND
GEURS, DES RIVIÈRES DANS LES
S INTERCALAIRES D'ANVERS.
Par Georges Hasse

.....Tracé des bassins I et II
.....Tracé des rivières.
.....Tracé des gouffres.
.....Terrains restés en place au milieu du courant.
D,E,F,G,H,I et J.....Emplacement des coupes géologiques citées.
.....Chênes retrouvés en place au bord des rivières.

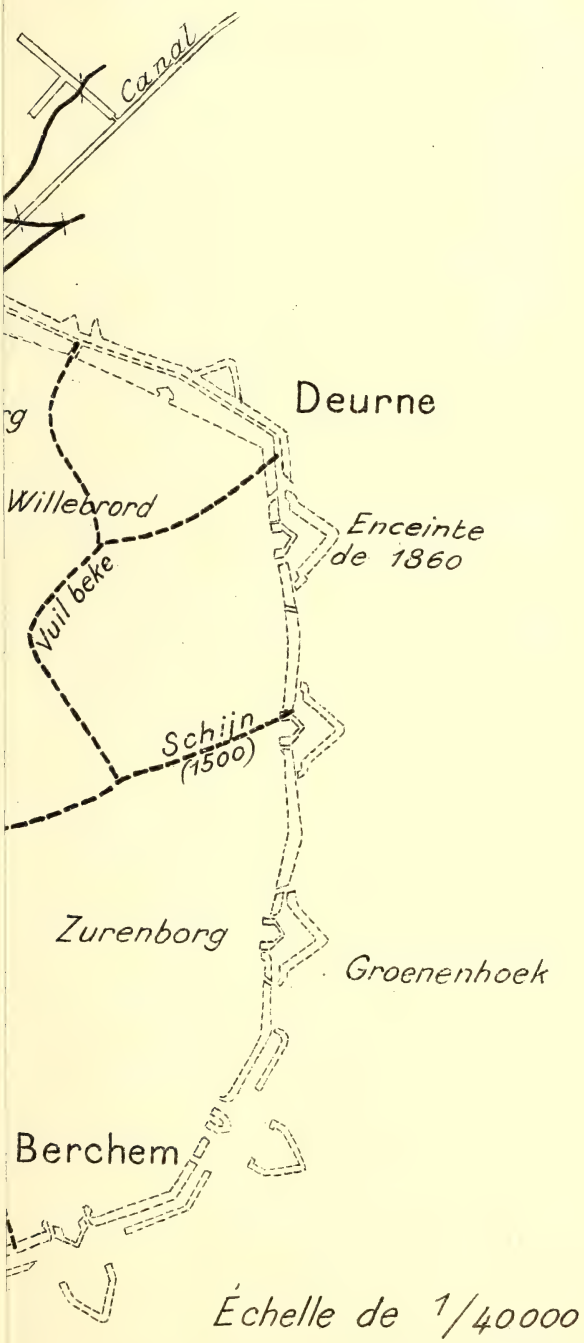


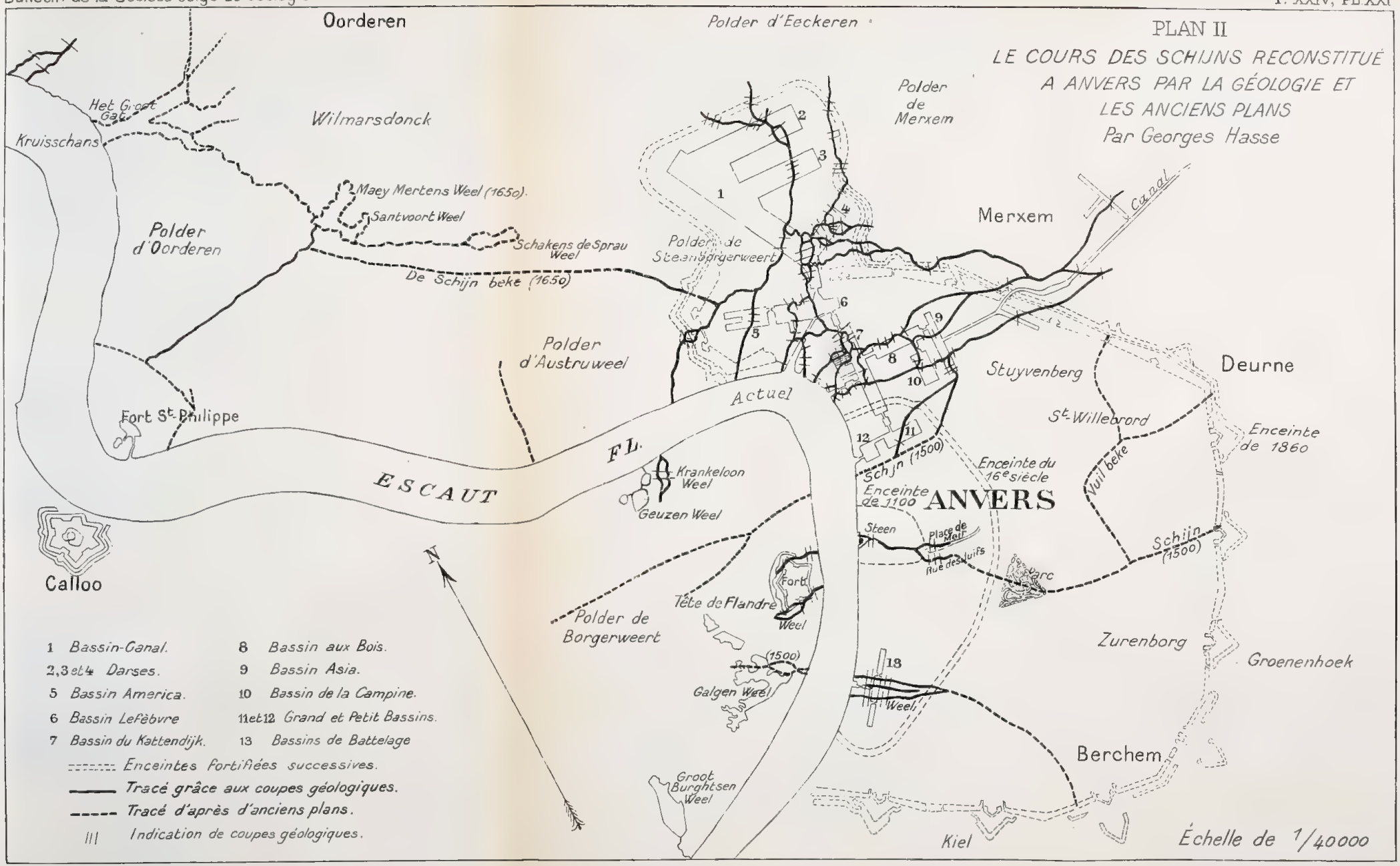
Échelle de 1/2500

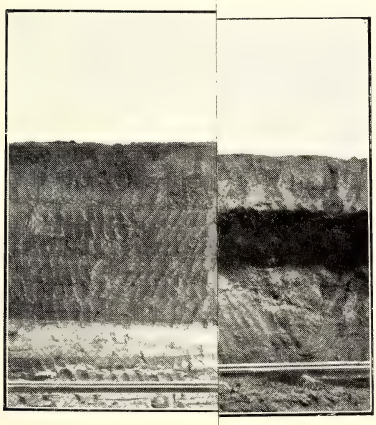

PLAN I
RECONSTITUTION, AVEC COTES DU FOND ET LARGEURS, DES RIVIÈRES DANS LES BASSINS INTERCALAIRES D'ANVERS.
Par Georges Hasse
Tracé des bassins I et II
Tracé des rivières
Tracé des gouffres.
Terrains restés en place au milieu du courant
A, B, C, D, E, F, G, H, I et J. ... Emplacement des coupes géologiques citées
Chênes retrouvés en place au bord des rivières.
Polder de Steenborgerweert
I
II
N
Échelle de 1/2500

PLAN II

RS DES SCHIJNS RECONSTITUÉ
ANVERS PAR LA GÉOLOGIE ET
LES ANCIENS PLANS
Par Georges Hasse




PLAN II
LE COURS DES SCHIJNS RECONSTITUÉ
A ANVERS PAR LA GÉOLOGIE ET
LES ANCIENS PLANS
Par Georges Hasse
Oorderen
Polder d'Eeckeren
Polder de Merxem
Wilmarsdonck
Kruisschans
Maey Mertens Weel (1650).
Santvoort Weel
Schakens de Sprau Weel
Polder d'Oorderen
De Schijn beke (1650)
Polder de Steenbergerweert
Polder d'Austruweel
Merxem
Canal
Stuyvenberg
Deurne
St. Willebrord
Enceinte de 1860
Actuel
Fort St. Philippe
FL.
ESCAUT
Krankeloon Weel
Geuzen Weel
Schijn (1500)
Enceinte du 16e siècle
Enceinte de 1100
ANVERS
Vuilbeke
Steen
Place de Meir
Rue des Juifs
Parc
Schijn (1500)
Calloo
Fort
Tête de Flandre
Weel
Polder de Borgerweert
(1500)
Galgen Weel
Zurenborg
Groenenhoek
Weel
Groot Burghtsen Weel
Berchem
Kiel
Échelle de 1/40000
1 Bassin-Canal.
2, 3 et 4 Darses.
5 Bassin America.
6 Bassin Lefèbvre
7 Bassin du Kattendijk.
8 Bassin aux Bois.
9 Bassin Asia.
10 Bassin de la Campine.
11 et 12 Grand et Petit Bassins.
13 Bassins de Battelage
Enceintes fortifiées successives.
Tracé grâce aux coupes géologiques.
Tracé d'après d'anciens plans.
Indication de coupes géologiques.



COLLECTIONS DE PÉRIODIQUES

existant à la Bibliothèque au 31 décembre 1910

PUBLICATIONS

DES

ACADÉMIES, INSTITUTS, SOCIÉTÉS SAVANTES, MUSÉES, REVUES, JOURNAUX, ETC.

EN RELATIONS D'ÉCHANGE AVEC LA

Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie

(Le numéro initial est celui de l'inscription du périodique à la Bibliothèque.)

AFRIQUE.

2406 **Cape-Town**. Departement of Agriculture. Geological Commission (*Annual Report*). 1896-1908.

4309 — Geological Commission. South African Museum (*Annals*). 1903-1908.

4309bis — *Geological Maps*. 1907-1910.

4494 **Johannesburg**. Société géologique (*Transactions*). 1903-1909.

Le Caire. Service géologique (*Publications séparées*). 1905-1910.

4613 — *Proceedings*. 1904-1909.

3687 **Pietermaritzburg**. Geological Survey of Natal (*Report*). 1901-1907. (*N'existe plus.*)

5747 **Tananarive**. Guide annuaire de Madagascar et dépendances. 1903-1910.

AMÉRIQUE.

1328 **Albany**. New York State Museum (*Report of the State Geologist*). 1882-1888; 1894-1908.

Baltimore. John Hopkins University.

1734 — *American Chemical Journal*. 1895-1910.

1735 — *Circulars*. 1895-1910.

2662 — Maryland Geological Survey (*Volume*). 1897-1909.

3004 — Maryland Weather Service (*Volume*) 1899-1910.

1820 **Berkeley**. University of California (*Publications*). 1905-1910.

5795 — — (*Memoirs*). 1908.

2243 **Buenos-Aires**. Museo Nacional (*Anales*). 1896-1910.

3337 — *Communicaciones*. 1898-1901.

2823 **Buffalo**. Society of Natural Sciences (*Bulletin*). 1886-1898; 1903-1909.

3648 **Brooklyn**. Museum of the Institute of Arts and Sciences. 1901-1909.

Cambridge (Mass.). Museum of Comparative Zoology (Harvard College).

2109 — *Bulletin*. 1879-1910.

2109bis — *Mémoires*. 1865-1871; 1881-1897.

2109ter — *Annual Report*. 1899-1910.

3311 **Chicago**. The Journal of Geology. 1901-1910.

4794 — Field Columbian Museum. 1895-1909.

3741 **Columbus**. Ohio State University (Board of Trustees) (*Annual Report*). 1900-1901; 1903-1910.

2097 **Davenport**. Academy of Natural Science (*Proceedings*). 1882-1909.

2825 **Des Moines**. Iowa Geological Survey (*Ann. Rep.*). 1896; 1898-1903; 1906-1908.

523 **Halifax**. Nova Scotia Institut of Natural Science (*Proc. and Trans.*). 1890-1908.

5225 **Hartford**. State Geological and history Survey (*Bulletin*) 1904-1910.

2207 **Indianapolis**. Departement of Geology and Natural Resources (*Annual Report*). 1898-1904.

2481 — Indiana Academy of Science (*Proceedings*). 1894-1908.

5816 **Lansing**. Michigan Academy of Sciences (*Report*). 1907-1909.

2688 **Lawrence**. University Geological Survey of Kansas (*Annual Bulletin*). 1897-1898; 1902-1903.

2258 — Kansas University Quarterly (*Science Bulletin*). 1896-1910.

1736 **Lima**. Sociedad Geografica (*Boletin*). 1892-1909.

4157 — Corps des ingénieurs des Mines du Pérou (*Boletin*). 1902-1910.

2824 **Madison**. Wisconsin Academy of Science, Arts and Letters (*Transactions*). 1875-1909.

— Wisconsin Geological and Natural History Survey.

3217 — Scientific Series (*Bulletin*). 1898-1907.

3218 — Economic Series (*Bulletin*). 1898-1908.

2289 **Mexico**. Instituto geologico (*Boletin*). 1895-1908.

4795 — *Parergones*. 1903-1909.

4825 — Sociedad geologica (*Boletin*). 1904-1910.

2994 — Sociedad cientifica « Antonio Alzate » (*Memorias*). 1888-1908.

Minneapolis. Geological and Natural History Survey of Minnesota. (*N'existe plus.*)

639 — *Annual Report*. 1885-1886; 1890-1901.

639*b* — *Bulletin*. 1887-1889; 1892-1894.

3289 **Montevideo**. Museo nacional (*Anales*). 1898-1909.

2070 **New Haven**. American Journal of Science. 1895-1910.

New York. Academy of Sciences (late Lyceum of Natural History).

1162 — *Transactions*. 1888-1897.

1162bis — *Annals*. 1898-1909.

1162ter — *Memoirs*. 1899-1905.

New York. Institute of mining Engineers.

5651 — *Bulletin.* 1908-1910.

5652 — *Transactions.* 1891-1906.

1964 **Ottawa.** Geological Survey of Canada (*Publications*). 1897-1910.

1965 — (*Rapport annuel*). 1885-1908.

4005 **Palo Alto.** Leland Stanford Junior University (*Publications*). 1895-1904. 1908-1909.

4497 — *Annual Register.* 1903-1907.

Philadelphie. Academy of Natural Sciences.

2089 — *Proceedings.* 1890-1910.

2089*b* — *Journal.* 1884-1908.

2257 — American Philosophical Society (*Proceedings*). 1895-1910.

2257*b* — *Memorial volume.* 1900.

1597 **Rochester.** Geological Society of America (*Bulletin*). 1890-1910.

1575 — Rochester Academy of Sciences (*Proceedings*). 1891-1904.

1407 **Rolla.** Geological Survey of Missouri (*Volumes*). 1855-1874; 1891-1894; 1900; 1903-1908.

1407bis — *Report.* 1903-1906.

4372 **San Salvador.** Museo nacional (*Anales*) 1903-1910.

3219 **Saö Paulo.** Museu Saö Paulo (*Revista*). 1898-1907.

5691 — *Notas préliminares*, 1907.

5692 — *Catalogos*, 1907-1909.

5112 — Sociedade Scientifica (*Revista*). 1903-1909.

2023 **Topeka (Kansas).** Kansas Academy of Science (*Transactions*). 1881-1909.

2513 — The University Geological Survey of Kansas (*Volume*). 1896-1899; 1904-1908.

2569 — Board of Irrigation Survey and experiment (*Report*). 1895-1896.

1261 **Trenton.** Geological Survey of New Jersey. (*Ann. Report*). 1879-1881; 1888-1909.

3686 — *Volume.* 1888-1904.

5358 **Urbana.** Economic geology. 1907-1910.

6155 — Illinois Geological Survey (*Bulletin*). 1907-1909.

Washington. Geological Survey United States of America.

1292 — *Bulletin.* 1888-1910.

1405 — *Monographs.* 1889-1907.

1406 — *Annual Reports.* 1882-1909.

1523 — *Mineral Resources.* 1888-1908.

3492 — *Topographic sheets.*

4495 — *Water-Supply and Irrigation Papers.* 1902-1910.

4496 — *Professional Papers.* 1902-1910.

1164 — Smithsonian Institution (*Annual Report*). 1885-1894; 1897-1899.

1163 **Washington.** National Museum (*Report*). 1886-1897; 1900-1909.

3799 — *Bulletin*. 1875-1880; 1883-1887; 1889; 1891-1895; 1901-1905; 1908-1910.

3800 — *Proceedings*. 1878-1909.

5938 — *National Herbarium*. 1908-1910.

1795 — Departement of Agriculture United States of America (*Yearbook*). 1896-1904.

2515 — American Monthly microscopical Journal. 1893-1902.

ASIE.

Calcutta. Geological Survey of India.

4548 — *General Report*. 1902-1903. (*Ne paraît plus.*)

4549 — *Records*. 1904-1910.

4550 — *Memoirs*. 1901-1904; 1909-1910.

4551 — *Palaeontologia Indica*. 1899-1910.

Tokio. Imperial University Japan.

1731 — *Journal*. 1897-1910.

2689 — *Calendar*. 1897-1898; 1900-1901; 1905-1906; 1909-1910.

— Geological Survey of Japan.

2913 — *Cartes géologiques*. 42 feuilles et textes.

2914 — — *agronomiques*. 26 feuilles et textes.

2915 — — *topographiques*. 50 feuilles.

EUROPE.

ALLEMAGNE.

3423 **Aix-la-Chapelle.** Deutsches meteorogisches Jahrbuch. 1895; 1897-1903; 1905-1907.

Berlin. Königliche-preussische Akademie der Wissenschaften.

2090 — *Mathem. und Naturw. Mittheil.* (Ne paraît plus.) 1882-1897.

2607 — *Sitzungsberichte*. 1898-1910.

— Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

1101 — *Zeitschrift*. 1887-1910.

1102 — *Verhandl.* (Ne paraît plus.) 1887-1901.

— Deutsche geologische Gesellschaft.

2016 — *Zeitschrift*. 1887-1910.

2016bis — *Monastberichte*. 1907-1910.

3170 — Königlich-preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie (*Jahrbuch*). 1887-1910.

5356 **Berlin.** Preussischen Landesanstalt für Gewässerkunde Norddeutschlands (*Jahrbuch*). 1904-1910.

3312 — Zeitschrift für praktische Geologie. (Abonnement.) 1901-1906.

Bonn. Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande, Westphalens und des Reg.-Bezirks Osnabrück.

1408 — *Verhandlungen*. 1874-1909.

2405 — Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (*Sitzungsberichte*). 1895-1909.

Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis in Dresden

903 — *Sitzungsberichte und Abhandlungen*. 1889-1910.

553 **Erfurt.** Königliche Akademie der Wissenschaften (*Jahrb.*). 1887-1894.

5111 **Erlangen.** Physikalisch-Medizinischen Sozietät (*Sitzungsberichte*). 1905-1909.

Francfort-s/Main. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft.

1759 — *Abhandlungen*. 1883-1909.

1960 — *Bericht*. 1868-1910.

2071 **Fribourg-en-Brisgau.** Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg I. B. (*Bericht*). 1888-1910.

1105 **Giessen.** Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (*Bericht*). 1889-1909.

4572 **Gotha.** *Dr A. Petermann's Mittheilungen*. 1905-1910.

Göttingen. Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

2111 — *Nachrichten* : Mathem.-phys. Klasse. 1894-1910.

2111*b* — *Geschäftliche Mittheillungen*. 1894-1910.

2371 — *Abhandlungen*. 1897-1898.

Halle. Kaiserliche Leopoldin. Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher.

2098 — *Leopoldina*. 1890-1909.

2098*b* — *Acta*. 1856-1866; 1873-1886; 1891-1909.

2568 — Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft (*Zeitschrift für Elektrochemie*). 1897-1906.

4493 **Königsberg.** Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft (*Schriften*). 1903-1905; 1908.

1021 **Leipzig.** Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen. 1886-1902. (57 feuilles.)

— Vereins für Erdkunde.

2608 — *Mittheilungen*. 1875-1909.

3171 — *Jahresbericht*. 1861-1864.

3220 — *Wissenschaftliche Veröffentlichungen*. 1891-1904.

3310 — Geologisches Centralblatt. (Abonnement.) 1901-1908.

6160 **Magdebourg.** Museum für natur- und Heimatkunde und dem Naturwissenschaftlichen Verein. 1906-1908.

Munich. Königliche-bayerische Akademie der Wissenschaften.

2013 — *Sitzungsberichte.* 1887-1910.

2014 — *Abhandlungen.* 1889-1910.

1554 **Rostock.** Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg (*Archiv*). 1890-1909.

1798 **Strasbourg.** Geologische Specialkarte von Elsass-Lothringen (*Abhandlungen*). 1875-1905.

1798bis — *Mittheilungen.* 1886-1909.

AUTRICHE-HONGRIE.

Budapest. Königlich Ungarische geologische Anstalt.

1012 — *Jahresbericht.* 1885-1907.

1013 — *Mittheilungen.* 1875-1908.

1011 — Ungarische geolog. Gesellschaft (*Földtani Közlöny*). 1884-1910.

Cracovie. Académie des sciences.

1041 — *Bulletin international.* 1889-1910.

1559 — *Rosprawy.* 1891-1909.

1600 — *Sprawozdanie.* 1890-1909.

2290 — *Cartes géologiques de la Galicie.*

3647 **Laibach.** Die Erdbebenwarte. 1901-1909.

3647bis — *Neueste Erdbebennachrichten.* 1906-1909.

Prague. Königlich-böhmische Gesellschaft der Wissenschaften.

3308 — *Sitzungsberichte.* 1900-1907 ; 1909.

3309 — *Jahresbericht.* 1900-1907; 1909.

Vienne. Kaiserlich-königliche Akademie der Wissenschaften.

2021 — *Sitzungsberichte.* (Math.-Nat. Classe) 1894-1910.

2021*b* — (*Philos.-Histor. Classe.*) 1897.

2022 — *Denkschriften.* 1894-1909.

5466 — *Mittheilungen der Erdbeben-Commission.* 1897-1910.

5936 — *Bericht und chronik.* 1906-1908.

720 — Kaiserlich-königliches naturhistorisches Hofmuseum (*Annalen*). 1886-1910.

— Kaiserlich-königliche geologische Reichsanstalt.

2259 — *Verhandlungen.* 1887 1910.

2259*b* — *Jahrbuch.* 1887-1908.

2960 — *Geologische Karte* ($^1/_{75\,000}$).

5653 — Geologische Gesellschaft (*Mittheilungen*). 1908-1910.

BELGIQUE

911 **Anvers** Société royale de Géographie d'Anvers (*Bulletin*). 1888-1910.

Bruxelles Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

1181 — *Bulletin*. 1887-1910.

1182 — *Annuaire*. 1889-1910.

4674 — *Mémoires de la Classe des sciences* (in-4°). 1904-1910.

4675 — — — (in-8°). 1904-1910.

1891 — *Mémoires*. (Ne paraissent plus.) 1895-1904.

1892 — *Mémoires couronnés et autres*. (Ne paraissent plus.) 1894-1904.

1892*b* — *Mémoires des Savants étrangers*. (Ne paraissent plus.) 1898-1904.

— Ministère de l'Agriculture.

2095 — *Bulletin de l'Agriculture*. 1895-1910.

6005 — *Recensement agricole*. 1895; 1900-1908.

1250 — *Annales des travaux publics*. 1890-1910.

— Ministère de l'Industrie et du Travail.

2209 — *Annales des Mines*. 1896-1908.

1890 — *Carte géologique au 40 000e*. 224 feuilles et 9 textes.

2454 — *Bibliographia geologica*. Série A : I-IX; Série B : I-VII. (Ne paraît plus.)

980 — Ciel et Terre 1887-1891; 1896-1910.

2096 — La Technique sanitaire. 1895-1910.

— Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

3338 — *Mémoires*. 1900-1908.

691 — *Bulletin*. (Ne paraît plus.) 1882-1887.

371 — *Carte géologique au 20 000e*. (Ne paraît plus.)

— Observatoire royal de Belgique.

1184 — *Annales*. 1892-1908.

1161 — *Bulletin quotidien*. 1892-1906.

1161*b* — *Bulletin mensuel*. 1897-1898.

3073 — *Bulletin mensuel du magnétisme terrestre*. 1899-1903. (Ne paraît plus.)

1183 — *Annuaire météorologique*. 1891-1907.

1183*b* — *Annuaire astronomique*. 1901-1910.

— Société belge d'Astronomie.

2265 — *Bulletin*. 1895-1905.

2266 — *Annuaire*. 1897-1905.

— Société belge de Microscopie.

1471 — *Annales*. 1891-1901.

1471*b* — *Bulletin*. 1891-1899.

Bruxelles. Société belge des Ingénieurs et des Industriels.

2288 — *Rapport annuel.* 1896-1899; 1902 1907.

— Société d'Archéologie de Bruxelles

1619 — *Annuaire.* 1892-1910.

1690 — *Annales.* 1887-1910.

1042 — Société royale belge de Géographie (*Bulletin*). 1889-1910.

— Société royale de Médecine publique.

1825 — *Tablettes mensuelles.* 1885-1910.

1826 — *Bulletin.* 1877-1883; 1887-1909.

1168 — Société royale malacologique de Belgique (*Annales*). 1863-1909.

— Société scientifique de Bruxelles.

1166 — *Revue des questions scientifiques.* 1889-1910.

1167 — *Annales.* 1887-1910.

2514 — Société d'Anthropologie (*Bulletin*). 1895-1908.

3174 — Institut géographique de l'Université nouvelle (*Publications*). 1900-1905.

3262 — Musée du Congo (*Annales*). 1898-1907.

3264 — Cercle d'études des agronomes de l'État (*Bulletin*). 1901-1905.

4270 — Revue de l'Ingénieur et Index technique. 1903-1910.

5318 — Institut international de Bibliographie (*Bulletin*). 1900-1909.

— Institut cartographique militaire.

5440 — *Carte de la Belgique au 40 000e.* 36 feuilles parues.

5794 — *Carte au 100 000e.* 20 feuilles parues.

5857 — Société royale de Botanique (*Bulletin*). 1887-1909.

— Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

689 — *Bulletin.* 1887-1910.

4061 — *Nouveaux mémoires in 4°.* I, 1903; II, 1908; III, 1910.

2687 — *Section permanente d'études du grisou (Procès-verbaux).* 1898-1901.

4269 **Gand.** Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand (*Annales*). 1902-1910.

2369 **Gembloux.** Institut chimique et bactériologique (*Bulletin*). 1897-1908.

519 **Huy.** Cercle des Naturalistes hutois (*Bulletin*). 1884-1910.

Liége. Société géologique de Belgique.

1371 — *Annales.* 1874-1910.

1371*b* — *Mémoires in-4°.* 1900-1910.

718 — Revue universelle des Mines. (Échange supprimé.) 1888-1896.

5357 — Association des Élèves des écoles spéciales de l'Université (*Bulletin scientifique*) 1906-1910.

4060 **Mons.** Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut (*Mémoires*). 1870-1909.

DANEMARK.

2108 **Copenhague.** The Danish Biological Station (*Report*). 1892-1908.
3742 — Dansk Geologisk Forening (*Meddelelser*). 1894-1910.
5267 — Geologiske Undersogelse, 1893-1909.
— Académie royale des Sciences.
6153 — *Forhandlinger*. 1892-1910.
6154 — *Skrifter*. 1904-1910.

ESPAGNE.

5113 **Barcelone.** Institucio catalana d'Historia natural (*Boletin*). 1905-1910.
Madrid. Comision del Mapa geologico de España.
2072 — *Boletin*. 1892-1909.
2072*b* — *Memorias*. 1892-1904.
— Real Sociedad geografica.
4504 — *Boletin*. 1904-1910.
4552 — *Revista*. 1904-1910.
— Real Academia de Ciencias.
4547 — *Revista*. 1904-1910.
4913 — *Memorias*. 1890-1908.
— Real Sociedad de Historia natural.
4670 — *Memorias*. 1903-1910.
4671 — *Boletin*. 1904-1910.
4925 **Saragosse.** Sociedad Aragonesa de Ciencias naturales (*Boletin*). 1902-1910.

FRANCE.

Abbeville. Société d'Émulation.
981 — *Bulletin*. 1886-1910.
2264 — *Mémoires in-8°*. 1891-1902.
2264*b* — — *in-4°*. 1889-1909.
2821 **Aix-en-Provence.** Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres (*Mémoires*). 1898-1908.
2056 **Angers.** Société d'études scientifiques (*Bulletin*). 1871-1908.
2261 — Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts (*Mémoires*). 1895-1909.
6074 **Asnières.** L'Eau. 1910.
2010 **Autun.** Société d'Histoire naturelle (*Bulletin*). 1888-1909.
2664 **Béziers.** Société d'études des Sciences naturelles (*Bulletin*). 1899 1908.
2260 **Bordeaux.** Société Linnéenne (*Actes*). 1889-1909.

Caen. Société Linnéenne de Normandie.

1793 — *Bulletin.* 1886-1909.

1793*b* — *Mémoires* 1892-1909.

2057 — Académie nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres (*Mémoires*). 1889-1909

2262 **Carcassonne.** Société d'études scientifiques de l'Aude (*Bulletin*). 1890-1909.

4826 **Chambéry.** Société d'Histoire naturelle de Savoie (*Bulletin*). 1894-1908.

4454 **Elbœuf.** Société d'études des Sciences naturelles (*Bulletin*). 1892-1908.

1832 **Evreux.** Société normande d'études préhistoriques (*Bulletin*). 1893-1894; 1896-1908.

2480 **Grenoble.** Société de statistique des Sciences naturelles et des Arts industriels de l'Isère (*Bulletin*). 1892-1908.

3307 — Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université. 1899-1909.

4239 **Laval.** Palaeontologia Universalis (*Abonnement*). 1903-1910.

1326 **Le Havre.** Société géologique de Normandie (*Bulletin*). 1886-1908.

Levallois-Perret. Association des Naturalistes.

5032 — *Bulletin.* 1906-1909.

5033 — *Annales.* 1899-1908.

Lille. Société géologique du Nord.

697 — *Annales.* 1875-1908.

697*b* — *Mémoires.* 1876-1907.

2263 **Lyon.** Société d'Agriculture, d'Histoire naturelle, etc. (*Annales*). 1890-1909.

3491 **Montsouris.** Observatoire municipal (*Annales*). 1900-1909.

4236 **Nancy.** Société de Géographie de l'Est (*Bulletin*). 1879-1910.

6006 — Club alpin français. Section vosgienne (*Bulletin*). 1904-1909.

1749 **Nantes.** Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France (*Bulletin*). 1891-1910.

4373 **Paris.** Association française pour l'avancement des sciences (*Comptes rendus des sessions*) (en don). 1876-1894; 1897-1902.

— Académie des Sciences.

2017 — *Mém. sav. étrang.* 1827-1894.

2018 — *Mémoires.* 1821-1888.

2019 — *Mém. Pass. Vénus.* 1876-1885.

2020 — *Comptes rendus des séances.* 1881-1910.

2009 — Annales des Mines. 1887-1910.

534 — Feuille des Jeunes Naturalistes. 1883-1910.

534*b* — *Catalogue.* 1896-1903.

1967 — Muséum d'Histoire naturelle (*Bulletin*). 1895-1910.

1818 — Service de la Carte géologique détaillée de la France (*Bulletin*). 1893-1910.

Paris. Société de Géographie.
2043 — *Comptes rendus des séances.* 1895-1899.
2044 — *Bulletin.* 1895-1910
1197 — Société d'Hydrologie médicale (*Annales*). 1889-1910.
2045 — Société française de Minéralogie (*Bulletin*). 1887-1910.
— Société géologique de France.
1290 — *Bulletin* 1888-1910.
1290*b* — *Compte rendu sommaire des séances.* 1893-1897.
— Société de Spéléologie.
2148 — *Bulletin (Spelunca).* 1895-1910.
2191 — *Mémoires.* 1896-1900. (Suite réunie au *Bulletin.*)
2793 — Revue critique de Paléozoologie. 1897-1910.
2856 — Écho des mines et de la métallurgie. 1899-1910
3263 • — École d'anthropologie (*Revue*). 1901-1906.
3389 — Journal du Pétrole. 1901-1910.
— Société des Ingénieurs civils de France.
3424 — *Bulletin.* 1897-1910.
3425 — *Procès-verbaux.* 1901-1910.
3426 — *Annuaire.* 1901-1910.
3615 — Annales de Géographie. 1900-1910.
4237 — Les Annales techniques. 1903-1906.
4238 — Société d'Anthropologie (*Bulletin* et *Mémoire*). 1890-1910.
5937 — Revue d'Hygiène et de Police Sanitaire. 1909-1910.
3688 **Rennes.** Société scientifique et médicale de l'Ouest (*Bulletin*). 1892-1910.
4669 **Rouen.** Société des Amis des Sciences naturelles (*Bulletin*). 1865-1908
Saint-Étienne. Société de l'Industrie minérale.
2041 — *Comptes rendus des séances.* 1895-1908. (Suite réunie au *Bulletin.*)
2042 — *Bulletin et atlas.* 1894-1910.
Toulouse. Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres.
2058 — *Mémoires.* 1895-1909.

GRANDE-BRETAGNE.

3739 **Edinburgh.** Scottish geographical Society (Magazine). 1902-1910.
1968 **London.** Geologist's Association (*Proceedings*). 1861-1910.
— Géological Society of London.
1010 — *Quarterly Journal.* 1887-1910.
2288 — *Geological Literature.* 1895-1909.
1450 — Geological Survey of the United Kingdom (*Memoirs*). 1889-1910.

London. Royal Society of London.

2048 — *Proceedings* (Série A : *Mathem. and phys. Sci.*). 1895-1910.

2048bis — — (Série B : *Biological Sci.*). 1905-1910.

2545 — *Year-Book*. 1896-1898.

2690 — The Colliery Guardian. 1898-1910.

2995 — The geological Magazine. 1900-1910.

3422 — British Association for the Advancement of Science (*Report*). (Don de M. l'ingénieur A. Gobert.) 1899-1906

— Zoological Society.

3933 — *Proceedings*. 1902-1910.

3934 — *Transactions*. 1902-1909.

4155 — Royal Geographical Society.

— *The geographical Journal*. 1849-1852 ; 1856-1880 ; 1903-1910.

4158 — *Proceedings*. Ne paraît plus.) 1879-1892.

3740 — British Museum (Natural History) (*Catalogue*). 1896-1906 ; 1910.

4573 — Mineralogical Society (*Mineralogical Magazine and Journal*) (en don). 1895-1910.

Newcastle. North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers.

2665 — *Transactions*. 1887-1910.

2666 — *Annual Report*. 1891-1910.

4505 **Norwich**. Norfolk and Norwich Naturalists' Society (*Transactions*). 1899-1910.

2040 **Plymouth**. Marine Biological Association of United Kingdom (*Journal*). 1888-1910.

ITALIE.

4107 **Acireale**. Accademia di Scienze de gli Zelanti (*Atti e Rendiconti*). 1896-1905.

4106 **Catane**. Rivista Italiana di Paleontologia. 1902-1910.

— Accademia Gioenia di Scienze Naturali.

2026 — *Atti*. 1889-1909.

2289 — *Bollettino*. 1895-1909.

4492 **Gènes**. Giornale di Geologia pratica. 1903-1910.

Milan. Societa italiana di Scienze naturali e Museo civico di storia naturale in Milano.

1989 — *Atti*. 1881-1910.

1989*b* — *Memorie*. 1897-1901.

Naples. Società reale di Napoli (Reale Accademia di Scienze fisiche e matematiche).

2012 — *Atti*. 1888-1908.

2011 — *Rendiconto*. 1895-1909.

837 — Società africana d'Italia (*Bollettino*). 1888-1910.

4827 **Padoue.** Accademia scientifica Veneto-Trentino-Istriana (*Atti*). 1904-1909.

5114 **Parme.** Bullettino di Paletnologia italiana. 1906.

4503 **Pavie.** Rivista di Fisica, Matematica et Scienze naturali. 1904-1910.

Pise. Societa toscana di Scienze naturali.

2054 — *Procès-verbaux.* 1894-1910.

2055 — *Mémoires.* 1888-1909.

343 **Rome.** Carte géologique d'Italie. 1885-1900; 1909; 1910.

319 — Office météorologique (*Bulletin*). 1887-1889; 1896-1909.

293 — Reale Comitato Geologico d'Italia (*Bollettino*). 1886-1910.

— Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei.

3086 — *Memorie.* 1887-1909.

3087 — *Atti.* 1871-1910.

2254 — Società geologica italiana (*Bollettino*). 1896-1910.

4574 — Société géographique italienne (*Bollettino*). 1897-1910.

1797 **Rome** et **Modène.** Società sismologica d'Italia (*Bollettino*). 1895-1910.

4611 **Sienne.** Rivista italiana di Scienze naturali. 1903-1907.

4612 — Bollettino del Naturalista. 1903-1907.

2255 **Turin.** Accademia delle Scienza di Torino (*Atti*). 1888-1910.

4672 **Udine.** Circolo speleologico ed idrologico Friulano (*Mondo Sotterraneo*). 1904-1910.

NÉERLANDE.

Amsterdam. Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

2037 — *Verhandelingen.* 1892-1907.

2038 — *Verslagen.* 1893-1910.

2039 — *Jaarboek.* 1894-1909.

224 **Haarlem.** Musée Teyler (*Archives*). 1863-1868; 1876; 1878; 1881; 1900-1910.

2024 **Leide.** Geolog. Leide Museum (*Sammlung*) in-8°. 1881-1889; 1902-1907.

2024bis — — — — in-4°. 1887-1910.

5224 — École polytechnique de Delft (*Annales*). 1884-1897. (Ne paraissent plus.)

NORVÈGE.

Bergen. Bergens Museum.

2287 — *Aarbog.* 1889-1910.

2267 — *Mémoires.* 1878; 1883; 1885; 1889; 1894; 1905.

3288 — *Aarsberetning.* 1900-1909.

PORTUGAL.

4926 **Coïmbre.** Academia polytechnica (*Annaes scientificos*). 1905-1910.

530 **Lisbonne.** Commissào do Servico Geologico de Portugal (*Communicações*). 1885-1909.

4545 — Sociedade de Geographia (*Boletim*). 1898-1910.

5359 — Société portugaise de Sciences naturelles (*Bulletin*). 1907-1910.

5415 — Jornal de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes. 1889-1905.

1160 **Porto.** Sociedade Carlo Ribeiro (Revista de Sciencias naturaes e sociaes). 1889-1897.

ROUMANIE.

2372 **Bucharest.** Bureau géologique (*Harta geologica generala*). (13 feuilles.)

2678 — Museului de Geologia (*Anuarulù*). (Publication ajournée.) 1895-1896.

3172 — Institut météorologique de Roumanie (*Annales*). 1898-1902.

5416 — Institut géologique de Roumanie (*Anuarul*). 1907-1909.

4156 **Jassy.** Annales scientifiques de l'Université, 1900-1910.

RUSSIE et FINLANDE.

1596 **Helsingfors.** Société de Géographie de Finlande (*Bulletin*). 1891-1909.

2961 — Commission géologique de la Finlande (*Bulletin*). 1898-1907.

864 **Kiew.** Société des Naturalistes (*Mémoires*). 1888-1910.

Moscou. Société Impériale des Naturalistes.

2256 — *Bulletin*. 1829-1868; 1872-1909.

3173 — *Nouveaux mémoires*. 1898-1907.

4546 **Nowo-Alexandria.** Annuaire géologique et minéralogique de la Russie. 1896-1910.

Saint-Pétersbourg. Académie impériale des Sciences.

1889 — *Bulletin*. 1893-1910.

1889*b* — *Mémoires*. 1894-1908.

5569 — Musée géologique Pierre-le-Grand (Académie) (*Travaux*). 1907-1910.

— Comité géologique de Russie.

840 — *Bulletin*. 1882-1909.

840*b* — *Bibliothèque géologique de la Russie* (suppl. au Bull.). 1885-1897.

889 — *Mémoires*. 1883-1909.

842 — Russ.-kaiserl. mineralog. Gesellschaft (*Verhandl*). 1866-1908.

843 **Saint-Pétersbourg**. Matériaux pour servir à la géologie de la Russie. 1869-1909.

2192 — Section géologique du Cabinet de S. M. l'Empereur (*Travaux*) 1895-1909.

— Société impériale des Naturalistes de Saint-Pétersbourg.

990 — *Comptes rendus des séances*. 1895-1906.

990*b* — *Section de géologie et de minéralogie*. 1888-1906.

5535 — Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie (avec cartes) 1900-1907.

5815 **Varsovie**. Société des Sciences (*Sprawozdania*). 1908-1910.

SUÈDE.

1970 **Lund**. Universitas Lundensis (*Acta*). 1889-1904; 1906-1909.

Stockholm. Konglig. svenska vetenskap Akademie.

1223 — *Bihang*. (Ne paraît plus.) 1887-1903.

1224 — *Ofversigt*. (Ne paraît plus.) 1881-1899.

1222 — *Handlingar*. 1887-1906.

4403 — *Arkiv för Zoologi*. 1903-1910.

4404 — — *Botanik*. 1903-1910.

4405 — — *Kemni, Mineralogi och Geologi*. 1903-1910.

6161 — Hydrografiska Byran (*Meddelanden*). 1910.

2092 **Upsal**. University of Uppsala Geol. Inst. (*Bulletin*). 1892-1910.

SUISSE.

688 **Berne**. Société géologique suisse (*Eclogae geol. Helv.*) (*Mittheil.*). 1888-1898; 1901-1905; 1908-1910.

Fribourg. Société des Sciences naturelles.

4240 — *Mémoires*. 1900-1909.

4557 — *Comptes rendus*. 1902-1909.

Genève. Société de Physique et d'Histoire naturelle.

4555 — *Comptes rendus*, 1884-1909.

4556 — *Mémoires*, 1882-1909.

2269 **Lausanne**. Société vaudoise des Sciences naturelles (*Bulletin*) 1896-1910.

2093 **Zurich**. Naturforsch. Gesellschaft in Zurich (*Vierteljahrsschritft*). 1856-1910.

OCÉANIE.

AUSTRALIE OCCIDENTALE.

Perth. Geological Survey.

4796 — *Bulletin*. 1898-1909.

4796*b* — *Annual Report*. 1908-1909.

JAVA.

4876 **Weltevreden** (Batavia). Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlansch-Indië (*Tijdschrift*). 1897-1910.

NOUVELLE-GALLES DU SUD.

Sydney. Australian Museum.
1601 — *Reports*. 1891-1910.
1664 — *Records*. 1892-1910.
982 — Departement of Mines and Agriculture (*Ann. Report*). 1886-1909.
— Geological Survey of New South Wales.
642 — *Records*. 1889-1909.
983 — *Memoirs*. 1887-1910.
983*b* — *Mineral Resources*. 1899-1900.

TASMANIE.

5534 **Hobart**. Progress of the mineral Industry. 1904-1910.
5772 — Secretary for Mines (*Report*). 1904-1909.
5935 — Geological Survey (*Bulletin*). 1907-1909.

QUEENSLAND.

4673 **Brisbane**. Geological Survey (*Publications*). 1902-1910.

VICTORIA.

235 **Melbourne**. Secretary of Mines (*Ann. Report*). 1895-1910.
1438 — Zoology of Victoria (*Prodromus*). 1890.
— Geological Survey of Victoria.
2667 — *Progress Report*. 1898-1900.
2667bis — *Records*. 1902-1909.
2667ter — *Memoirs*. 1903-1910.
4271 — *Bulletins*. 1902-1910.
3336 — Royal Society of Victoria (*Proceedings*) 1899-1910.
2268 — Australian Mining Standard. 1897-1910.

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES

LOCALITÉS BELGES

AU SUJET DESQUELLES LE TOME XXIV FOURNIT DES

RENSEIGNEMENTS GÉOLOGIQUES, PALÉONTOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

DRESSÉ PAR

L. DEVAIVRE
Bibliothécaire de la Société.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux ; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
A	
Adegem	*Mém.* 342, **4**, pl.
Aerseele	*Mém.* 342, **4**, pl.
Aisémont	*Pr.-verb.* 255, **1**, **1***.
Alost	*Mém.* 350, **3**, **4**, pl.
Ampsin	*Pr.-verb.* 257, 259, **1**, **1***.
Andenne	*Mém.* 11, **1**.
Antoing	*Mém.* 4-6, 8, **1**, **1***.
Anvers	*Mém.* 340, **4**; 386, **4**, **4***, pl.
Anvers (*Kiel*)	*Mém.* 389, **4**, pl.
Anvers (*région d'*)	*Mém.* 439-452, fig. **3***, **4**, **4***, **6**, pl.
Arquennes	*Pr.-verb.* 254, 257-258, 259, 330, **1***; 263, **1**; *Mém.* 7-8, **1**, **1***.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
Asch	*Pr.-verb.* 234, **1**, **1***.
Assenede	*Mém.* 360, **3**, **4**; 362, 363, **4**, **4***; 364, **4***, pl.
Attre	*Pr.-verb.* 257-258; *Mém.* 6-8, **1**, **1***.
Audenarde	*Mém.* 342, **4**, pl.
Avelgem	*Mém.* 342, **4**, pl.
Aywaille (*Nonceveux*)	*Pr.-verb.* 142-156, fig. **1**, **5**, **6**.
B	
Basel	*Mém.* 392, **4**, pl.
Bassevelde	*Mém.* 358, **3**, **4**, pl.
Beersel	*Mém.* 343, **4**, pl.
Beirvelde	*Mém.* 359, **3**. **4**, **4***; 364, **4***, pl.
Belcele (*Puivelde*)	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Berchem	*Mém.* 354, **3**, **4**, pl.
Berlaer (*Heykant*)	*Mém.* 393, **4**, pl.
Berlaere	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Beverloo	*Mém.* 338, **4**, pl.
Bisseghem (*Nederbeke*)	*Mém.* 348, **3**, **4**, pl.
Blankenberghe	*Mém.* 347, **4**, **4***, pl.
Boisschot (*Goor*)	*Mém.* 353, **3**, **4**, pl.
Boom	*Mém.* 355, **3**, **4**, pl.
Bornhem	*Pr.-verb.* 9, **3**, **4**.
Bossières (*Vichenet*)	*Mém.* 422, **1***.
Bouchaute	*Mém.* 360, **3**, **4**; 363, 364, **4***; 378, **5**, pl.
Braesschaet	*Pr.-verb.* 8, **3**, **4**.
Brée	*Mém.* 338, **4**, pl.
Breendonck (*Willebroek*)	*Pr.-verb.* 11, **3**, **4**.
Broechem	*Pr.-verb.* 5-6, **3**, **3***, **4**; 403, **3**, **4**.
Bruges	*Mém.* 346-347, **3**, **4**, **4***, pl.
Buggenhout	*Mém.* 355, **3**, **4**, pl.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
C	
Calloo	*Mém.* 354, **3**, **4**, pl.
Calmpthout (*Calmpthoutskenhoek*)	*Pr.-verb.* 128-132, fig. **3**, **4**.
Calonne	*Mém.* 5-6, **1**, **1***.
Chercq	*Mém.* 5, **1**, **1***.
Clercken	*Mém.* 342, **4**, pl.
Cluysen (*Leegavrye*)	*Mém.* 360, **3**, **4**, pl.
Comblain-au-Pont	*Pr.-verb.* 156-157, fig. **1**, **5**, **6**; 254, **1***.
Coolkerken	*Mém.* 347, **4**, **4***, pl.
Courtrai (*Elsegem*)	*Mém.* 349-350, **4**, pl.
Couthuin	*Mém.* 12, **1**, **1***.
Couvin	*Pr.-verb.* 345, 349-350; *Mém.* 196-208; 214-220, **1**, **1***.
Cruybeke	*Mém.* 354, 390, **3**, **4**, pl.
Cuerne	*Mém.* 348, **3**, **4**, pl.
Cureghem	*Mém.* 351, **3**, **4**, pl.
D	
Deerlyck	*Mém.* 348, **3**, **4**, pl.
Denderbelle (*Driesch*)	*Mém.* 350, **4**, pl.
Desselgem	*Mém.* 348, **3**, **4**, pl.
Destelbergen	*Mém.* 359, **3**, **4**, pl.
Destelbergen (*Eenbeek-Eynde*)	*Mém.* 359, **4**; 378, **5**, pl.
Desteldonck	*Mém.* 360, **3**, **4**, pl.
Deynze	*Mém.* 349, **3**, **4**, pl.
Diest	*Mém.* 342, **4**, pl.
Dilsen	*Mém.* 341, **2**, pl.
Dixmude	*Mém.* 342, **4**, pl.
Doel	*Mém.* 355, **3**, **4**, pl.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
E	
Ecaussines	*Mém.* 7-8; 9; 34-35, **1**, **1***; 43, 45, 46, fig. 1*, pl.
Eecloo	*Mém.* 358, **3**, **4**, **4***; 363, 364, 4*; 378, 379, **5**, pl.
Eecloo (*Ziedelinge*)	*Mém.* 378, 379, **5**, pl.
Elewyt (*Diependaal*)	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Ertvelde	*Mém.* 360, **3**, **4**, pl.
Evergem (*Venhoute*)	*Mém.* 358, **3**, **4**, pl.
Evergem (*Wippelghem*)	*Mém.* 358, **3**, **4**, pl.
Eykevliet	*Mém.* 355, **3**, **4**, pl.
Eysden	*Pr.-verb.* 235, **1**, **1***; 291-292, **2**, **3**, 340-342, **2**.
F	
Feluy-Arquennes	*Pr.-verb.* 211, **1**; *Mém.* 7, **1**; 28-32, **1**, **1***; 42, **1***, pl.
Ferrières	*Pr.-verb.* 344-354, **1**, **1***.
Flémalle-Haute	*Mém.* 16-17, **1**, **1***.
Furnes	*Mém.* 345, **3**, **4**, pl.
G	
Gand	*Mém.* 356-357, **3**, **4**, **4***; 378, 379, **5**, pl.
Gand (*Meulestede*)	*Mém.* 356 **4**, pl.
Gavere	*Mém.* 342, **4**, pl.
Gembloux	*Mém.* 417, **1***, pl.
Genck (*Waterscheid*)	*Mém.* 375, **6**, pl.
Grammont	*Mém.* 376, **4**, pl.
Grupont	*Mém.* 195-196, **1**, **1***; 198-200; 212-220, **1***.
Gullegem	*Mém.* 348, **3**, **4**, pl.
Gysegem	*Mém.* 350, **3**, **4**, pl.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
	H
Habay	*Pr.-verb.* 212-213, fig. **2**.
Haecht	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Hal	*Mém.* 376, **4**, pl.
Hamme lez-Termonde	*Mém.* 356, **3**, **4**, pl.
Hamme lez-Termonde (*Zogge*)	*Mém.* 356, **3**, **4**, pl.
Hasselt	*Mém.* 376, **4**, pl.
Hastière	*Pr.-verb.* 254, 258, 1*.
Helchin	*Mém.* 349, **3**, **4**, pl.
Hersselt (*Prinsenbosschen*)	*Mém.* 353, **3**, **4**, pl.
Hersselt (*Vaerenwinckel*)	*Mém.* 353, **3**, **4**, pl.
Heusden	*Mém.* 359, **3**, **4**; 378, 379, **5**, pl.
Heyst-op-den-Berg	*Mém.* 343, **4**, pl.
Hingene	*Mém.* 355, **4**, pl.
Hingene (*Notelaer*)	*Mém.* 355, **4**, pl.
Hoboken	*Mém.* 353, **3**, **4**, pl.
Hoboken (*Portugeezenhoek*)	*Mém.* 354, **3**, **4**, pl.
Hofstade	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Huy	*Mém.* 16-17, **1**, **1***.
	I
Ichtegem	*Mém.* 342, **4**, pl.
Idegem	*Mém.* 350, **3**, **4**, pl.
	K
Keerbergen (*Grootloo*)	*Mém.* 353, **3**, **4**, pl.
Keerbergen (*Loozenhoek*)	*Mém.* 353, **3**, **4**, pl.
Kemseke	*Mém.* 362, **3**, **4**, pl.
Kessel (*Lierre*)	*Mém.* 391, **3**, **4**, pl.
Kieldrecht	*Mém.* 355, **3**, **4**; 378, 379, **5**, pl.
Knesselaere	*Mém.* 342, **4**, pl.
Koningshoykt	*Pr.-verb.* 11-12, **3**, **3***, **4**.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
	L
La Clinge	*Mém.* 362, **3**, **4**; 378, 379, **5**, pl.
Laeken	*Mém.* 351, **3**, **4**, pl.
Laerne (*Kerkstraet*)	*Mém.* 359, **3**, **4**, pl.
Laerne (*Rivierstraet*)	*Mém.* 359, **4**, pl.
Laethem-Saint-Martin	*Mém.* 356, **3**, **4**, pl.
Lanaeken	*Mém.* 338, **4**, pl.
Landelies	*Pr.-verb.* 255, 259; *Mém.* 13-15, 17, **1**, **1***.
Lanklaer	*Pr.-verb.* 341, **2**.
Lebbeke (*Molenstraat*)	*Mém.* 350, **3**, **4**, pl.
Leffinghe	*Mém.* 345, **3**, **4**, **4***, pl.
Les Avins	*Pr.-verb.* 270, **1**, **1***.
Lessines	*Pr.-verb.* 107, **5**.
Leuth	*Pr.-verb.* 341, **2**.
Lierre	*Mém.* 386-389; 391, **3**, **4**, **4***, pl.
Liezele-Puers	*Pr.-verb.* 9-11, **3**, **4**, **4***.
Ligny	*Mém.* 7-8, 9, **1**, **1***.
Lives	*Mém.* 11, **1**, **1***.
Lokeren	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Loochristy	*Mém.* 359, **3**, **4**, pl.
Loochristy (*Lichtelaere*)	*Mém.* 359, **3**, **4**; 378, 379, **5**, pl.
Loochristy (*Vieruitersten*)	*Mém.* 360, **4**; 362-364, **4***, pl.
Louvain	*Mém.* 376, **4**, pl.
	M
Machelen (*Brabant*)	*Mém.* 351, **3**, **4**, pl.
Machelen (*Fl. or.*)	*Mém.* 349, **3**, **4**, pl.
Maffle	*Mém.* 33-34, **1**, **1***, pl.
Maldegem	*Mém.* 342, **4**, pl.
Maldeghem (*Groote Burkel*)	*Mém.* 347, **4**; 378, 379, **5**, pl.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-Verb. = Procès-Verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, liste; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
Malines	*Mém.* 49-121, fig. **1**, **2**, **3**, **3***, **4**, **6**, p. a.; 352, **3**, **4**, pl.
Malines (*Battel*)	*Mém.* 79-82, **3**, **3***, **4**, **6**, p. a, pl.
Malonne	*Mém.* 15-16, **1**, **1***.
Marche-les-Dames	*Mém.* 9-11, **1**, **1***.
Mariakerke	*Mém.* 356, **3**, **4**, pl.
Massenhoven	*Pr.-verb.* 6-7, **4**, 403-404, **3**, **4**.
Mechelen	*Pr.-verb.* 341, **2**.
Melle	*Mém.* 358, **3**, **4**, pl.
Melsele	*Mém.* 354, **3**, **4**, pl.
Mendonck	*Mém.* 360, **3**, **4**, pl.
Menin	*Mém.* 348, **3**, **4**, pl.
Merxem	*Mém.* 338, 391, **4**, pl.
Mévergnies	*Pr.-verb.* 257-258; *Mém.* 6-8, **1**, **1***.
Mévergnies (*Attre*)	*Mém.* 27-32, **1**, **1***; 42, **1***, pl.
Meysse (*Hiproorde*)	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Middelkerke (*Petit Crocodile*)	*Mém.* 345, **3**, **4**, **4***, pl.
Mille-Pommes	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Modave	*Pr.-verb.* 270, **1**, **1***.
Moerbeke	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Moerbeke (*Zwarten Ruiter*)	*Mém.* 361, **3**, **4**; 363, **4**, **4***, pl.
Moerseke (*Casteele*)	*Mém.* 355, **3**, **4**, pl.
Mont-Saint-Amand	*Mém.* 356, **3**, **4**, pl.
Moorsele	*Mém.* 348, **4**, pl.
Muysen	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.

N

Namèche	*Mém.* 9-11, **1**, **1***.
Neckerspoel	*Mém.* 68-70, **3**, **3***, **4**, **6**, p. a, pl.
Neeroeteren	*Mém.* 338, **4**, pl.
Ninove	*Mém.* 350, **3**, **4**, pl.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-Verb. = Procès-Verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
	O
Oedelem	*Mém.* 342, **4**, pl.
Oeleghem	*Pr.-verb.* 7, **3**, **3***, **4**.
Olsene (*Kasteelhoek*)	*Mém.* 349, **3**, **4**, pl.
Onoz	*Mém.* 9, **1**, **1***.
Oostacker	*Mém.* 360, **3**, **4**, pl.
Oppuers	*Mém.* 355, **3**, **4**; 365, **3**, pl.
Ostende	*Mém.* 346, **3**, **4**, **4***; 363, **4***, pl.
Oudenbourg	*Mém.* 346, **3**, **4**, pl.
Overmeire	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
	P
Passchendaele	*Mém.* 342, **4**, pl.
Pecq	*Mém.* 349, **3**, **4**, pl.
Pesche	*Mém.* 208-211, **1**, **1***.
Peteghem-sur-Lys	*Mém.* 349, **3**, **4**, pl.
Poperinghe	*Mém.* 342, **4**, pl.
	Q
Quenast	*Pr.-verb.* 50-58, fig. 96, 97-108, **1**, **1***, **5**; 163, **3**; 197-204, fig. **1**, **3**.
	R
Ramsdonck (*Hof-ten-Bosch*)	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Ramsdonck (*Vinneken*)	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Renaix	*Pr.-verb.* 124-127, **1**, **1***, **2**, **3**, **4**.
Richelle	*Pr.-verb.* 174-176, **1**.
Roulers	*Mém.* 342, **4**, pl.
Ryckevorsel	*Mém.* 340-341, **4**, pl.
Rymenam	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-Verb. = Procès-Verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * — Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS. FOURNIS PAR LE TEXTE.
S	
Saint-Amand	*Mém.* 355, **3**, **4**, pl.
Saint-Georges	*Mém.* 342, **4**, pl.
Saint-Gilles (*Termonde*)	*Mém.* 350, **3**, **4**, pl.
Saint-Hubert (*Saint-Michel*)	*Mém.* 192-195, **1**, **1***; 198-200, **1***.
Saint-Maur (*Pont-à-Rieux*)	*Mém.* 5-6, 8, 35-36, **1**, **1***; 44, 45, fig. **1***.
Saint Paul (*Grauwensteen*)	*Mém.* 362, **3**, **4**, pl.
Saint-Trond	*Mém.* 376, **4**, pl.
Sainte-Marguerite	*Mém.* 348, **3**, **4**, pl.
Schellebelle (*Bruysken*)	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Sempst	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Sempst (*Bois d'Aa*)	*Mém.* 351, **4**; 352, **3**, **4**, pl.
S'Gravenwezel	*Pr.-verb.* 7-8, **3**, **3***, **4**.
Sinay	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Snelleghem	*Mem.* 346, **3**, **4**, pl.
Soignies	*Mém.* 7, **1**; 33, 42, **1**, **1***; 43, fig. **1***.
Somergem	*Mém* 342, **4**, pl.
Spiennes	*Pr.-verb.* 31, **4**.
Stabroek	*Pr.-verb.* 5, **4**.
Staden	*Mém* 342, **4**, pl.
Stekene	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Stekene (*Zwartenberg*)	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Stockheim	*Pr.-verb.* 341, **2**.
T	
Tamise	*Mém.* 355, **3**, **4**, pl.
Termonde	*Mém.* 350, 351, **3**, **4**, **4***; 378, 379, **5**, pl
Termonde (*Le Papillon*)	*Mém.* 350, **3**, **4**, pl.
Thielt	*Mém.* 343, **4**, pl.
Thon (*Samson*)	*Pr.-verb.* 284-285; *Mém.* 11, **1**, **1***.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-Verb. = Procès-Verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS. FOURNIS PAR LE TEXTE.
Thourout	*Mém.* 343, **4**, pl.
Tilly (*Rigenée*)	*Mém.* 417, **1***, pl.
Tirlemont	*Mém.* 342, 376, **4**, pl.
Tournai	*Pr.-verb.* 259, **1**, **1***; *Mém.* 44, 45, fig. **1***, pl.
Tournai (*Allain*)	*Mém.* 4-6, 8, **1**, **1***.
Tournai (*Vaux*)	*Mém.* 5, 8, **1**, **1***.
Tronchiennes	*Mém* 356, **3**, **4**, pl.
Turnhout	*Mém* 376, **4**, pl.
U	
Ursel	*Mém.* 342, **4**, pl.
V	
Velaine (*Namur*)	*Pr.-verb.* 177, 184, fig. **1**, **1***.
Verrebroeck	*Mém.* 354, **3**, **4**, pl.
Vilvorde	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Vilvorde (*Trois-Fontaines*)	*Mém.* 351, **3**, **4**, pl.
Voorde	*Mém.* 359, **3**, **4**, pl.
Vynckt	*Mém.* 342, **4**, pl.
W	
Wacken	*Mém.* 342, **4**; 349, **3**, **4**, pl.
Waelhem	*Mém.* 74, **3**, **4**, **6**, p. a.; 353, **3**, **4**, pl.
Waerschoot	*Mém.* 358, **3**, **4**, pl.
Waesmunster	*Mém.* 356, **3**, **4**, pl.
Waesmunster (*Sainte-Anne*)	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Watervliet	*Mém.* 358, **3**, **4**; 362, 363-364, **4***; 378, 379, **5**, pl.
Waulsort (*Freyr*)	*Pr.-verb.* 158-163, fig. **5**, **6**.
Wavre-Ste-Catherine (*Pasbrug*)	*Mém.* 64-67, **3**, **3***, **4**, **6**, p. a, pl.
Wavre-Ste-Catherine (*Duffelstraat*)	*Mém.* 353, **3**, **4**, pl.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-Verb. = Procès-Verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS. FOURNIS PAR LE TEXTE.
Westerloo	*Mém.* 353, **3**, **4**, pl.
Wetteren	*Mém.* 359, **3**, **4**, pl.
Wetteren (*Overbeke*)	*Mém.* 359, **3**, **4**, pl.
Willebroeck	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Wilmarsdonck (*Roode Weel*)	*Mém.* 354, **3**, **4**, pl.
Wilsele	*Mém.* 352, **3**, **4**, pl.
Wintham	*Mém.* 355, **3**, **4**, pl.
Wondelgem	*Mém.* 356, **3**, **4**, pl.
Wondelgem (*Weegsche*)	*Mém.* 358, **3**, **4**, pl.
Y	
Yvoir	*Pr.-verb.* 260; *Mém.* 27-32; 43, fig. **1**, **1***.
Z	
Zele	*Mém.* 361, **3**, **4**; 378, 379, **5**, pl.
Zele (*Kamershoek*)	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Zele (*Kauter*)	*Mém.* 361, **3**, **4**, pl.
Zeveneeken	*Mém.* 360, **3**, **4**, pl.
Zolder (*Voort*)	*Pr.-verb.* 234-235, **1**, **1***.
Zonnebeke	*Mém.* 342, **4**, pl.
Zulte-sur-Lys	*Mém.* 349, **3**, **4**, pl.
Zwynaerde	*Mém.* 356, **3**, **4**, pl.

TABLE DES MATIÈRES

DES

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

DISPOSÉES SYSTÉMATIQUEMENT
ET PAR ORDRE DE CHRONOLOGIE GÉOLOGIQUE

PAR

le baron L. GREINDL
Secrétaire général de la Société.

Dans chaque rubrique, l'ordre suivi correspond aux subdivisions de l'Index des Tables détaillées des tomes I à XX.

I. — Cristallographie, minéralogie, étude des roches.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
G. Cosyns. Note sur le gisement de calcite et d'anthracite du Calcaire viséen des carrières des fours à chaux de Richelle	174	
X. Stainier. Sur quelques gisements de dolomies carbonifères	176	
X. Stainier. Mode de formation de la Grande brèche du Carbonifère	188	

II. — Géologie générale.

E. Haug. *Traité de Géologie (2e partie)*	306	
J. Cornet. *Géologie*	414	
E. Rahir. Les marmites du vallon du Ninglinspo, de la vallée de l'Ourthe et du ravin du Colebi	142	
Général Berthaut. *Topologie. Étude du terrain*	380	
C. Van de Wiele. Le Calcaire carbonifère et le Culm	108	
A. Rutot. Glaciations et humanité	59	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
A. Rutot. Revision stratigraphique des ossements humains du Quaternaire de l'Europe. Première partie : Les crânes de Grenoble et de Clichy.	133	**123**
N. J. Krischtafowitsch. Sur la deuxième période glaciaire en Europe et dans l'Amérique du Nord en rapport avec la question de la cause des périodes glaciaires en général	292	

III. — Paléontologie générale et descriptive.

A. Salée. Nouvelles recherches sur les Polypiers du Calcaire carbonifère de la Belgique. Le genre Caninia.	Mém. in-4°.	
E.-T. Newton. Note supplémentaire relative aux débris fossiles de petits vertébrés trouvés dans les dépôts pliocènes de Tegelen-sur-Meuse.	231	
H. Pohlig. Xylopsaronius. Les premières Filicinées caractérisées par la formation du bois	335	

IV. — Géologie et paléontologie régionales.

E. Mathieu. Compte rendu sommaire de l'excursion du 24 avril 1910 aux carrières de Quenast	197	
F. Halet et C. Malaise. Coupe et résultats d'un nouveau puits artésien à Renaix	124	
F. Halet. Coupe géologique du puits de Calmpthoutskenhoeck près Esschen	128	
F. Halet. Étude géologique et hydrologique des puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs		**49**
C. Malaise. Les contacts du Silurien et de la porphyrite à Quenast	49	
C. Malaise. Sur l'âge de la porphyrite à Quenast	97	
G. Cosyns. Présentation d'échantillons du contact de la porphyrite de Quenast et du schiste encaissant.	163	
C. Malaise. Sur l'opportunité d'adopter une nouvelle échelle du Silurien pour la carte géologique officielle	164	
C. Malaise. Sur l'évolution de l'échelle stratigraphique du Siluro-Cambrien de Belgique		**415**
E. Maillieux. Remarques sur la faune et l'horizon stratigraphique de quelques gîtes fossilifères infra-dévoniens		**189**
E. Maillieux. Observations sur la nomenclature stratigraphique adoptée en Belgique pour le Dévonien et conséquences qui en découlent	214	
E. Maillieux. Note sur la faune des roches rouges de Winenne	342	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
G. Delépine. Résumé et conclusions d'une étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique : Hainaut et région de Namur. Comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre	3	3
P. Gröber. Essai de comparaison des divisions du Calcaire carbonifère de la Belgique avec la division en zones à Polypiers adoptée en Angleterre	4	25
G. Delépine. Étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique (*Note complémentaire*)	210	
H. de Dorlodot. Relations entre l'échelle stratigraphique du Calcaire carbonifère de la Belgique et les zones paléontologiques d'Arthur Vaughan, d'après les recherches récentes	247	
G. Schmitz et X. Stainier. La géologie de la Campine avant les puits de charbonnages (5e note). — Nouveaux niveaux marins du houiller de la Campine	233	
A. Jérome et L. de Dorlodot. Puissance et composition des marnes du Keuper à Habaye	212	
G. Schmitz et X. Stainier. La géologie de la Campine avant les puits des charbonnages (6e note). — Un nouveau facies du Montien en Campine	290	
G. Hasse. Quelques notes géologiques sur les forts de Stabroeck, Broechem, Massenhove, Oeleghem, s' Gravenwezel, Brasschaet, Bornhem, Liezele, Puers, Breendonck-Willebroeck, Koningshoykt	4	
A. Rutot. Les découvertes de M. le professeur Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens	13	
A. Rutot. Glaciations et Humanité	59	
G. Hasse. Les cours primitifs des Schyns et de l'Escaut à Anvers		439
A. Rutot. Revision stratigraphique des ossements humains du Quaternaire de l'Europe. Première partie : Les crânes de Grenoble et de Clichy	123	
J. Lorié. Le diluvium de l'Escaut		335
A. Rutot. Note complémentaire sur l'authenticité des ossements humains quaternaires de Grenoble et de Clichy	356	
A. Rutot. Note sur les nouvelles trouvailles de squelettes humains quaternaires	363	

V. — Géologie appliquée.

C. Van de Wiele. Les recherches houillères dans les Pays-Bas (d'après l'ouvrage de M. van Waterschoot van der Gracht)	42	
A.-J.-M. van Waterschoot van der Gracht et collaborateurs. *Les recherches du service minier des Pays-Bas en 1909*	388	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
R. d'Andrimont. Résumé des connaissances acquises sur la circulation des eaux dans le sol et le sous-sol. Application à la recherche et à l'utilisation des eaux souterraines pour l'alimentation	311	
F. Halet. Étude géologique et hydrologique des puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs		**49**
A. Poskin. La Rabdomancie	163	
G. Richert. Les eaux souterraines de la Suède		**221**
A. Rutot, E. Putzeys et F. Putzeys. *Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique*	378	
E. van den Broeck et E.-A. Martel. Hydrologie. Sur les conditions de filtrage efficace des eaux souterraines dans certaines formations calcaires	411	
L. Marchadier. Effets de la sédimentation sur la limpidité et le titre bactérien des eaux de rivière.	121	
F. Halet. Un service géologique et cartographique au Katanga. Son utilité et son organisation	405	

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

DU TOME XXIV (1910)

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

Séance mensuelle du 19 janvier 1910.

Pages.

Distinctions honorifiques 1

Approbation du procès-verbal de la séance de janvier 1

Correspondance. 1

Dons et envois reçus 2

Présentation et élection de nouveaux membres 3

G. Delépine. Résumé et conclusions d'une étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique : Hainaut et région de Namur. Comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre. 3

P. Gröber. Essai de comparaison des divisions du Calcaire carbonifère de la Belgique avec la division en zones à Polypiers adoptée en Angleterre. Première partie : Le Tournaisien. (Inséré aux *Mémoires*.). 4

G. Hasse. Quelques notes géologiques sur les forts de Stabroeck, Broechem, Massenhove, Oeleghem, 's Gravenwezel, Brasschaet, Bornhem, Liezele-Puers, Breendonck-Willebroek, Koningshoykt 4

A. Rutot. Les découvertes de M. le Prof^r V. Commont dans le Quaternaire des environs d'Amiens 13

Séance mensuelle du 15 février 1910.

Décès de M. Ch. Lahaye 35

Distinctions honorifiques 35

Approbation du procès-verbal de la séance de janvier 35

Section d'Hydrologie scientifique à l'Exposition de Bruxelles 1910. 36

Section de Géologie à l'Exposition de Bruxelles 1910. 38

Correspondance. 38

Dons et envois reçus 38

Pages

C. Van de Wiele. Les recherches houillères dans les Pays-Bas (d'après l'ouvrage de M. van Waterschoot van den Gracht) 42

C. Malaise. Les contacts du Silurien et de la porphyrite à Quenast 49

A. Rutot. Glaciations et Humanité 59

Séance mensuelle du 15 mars 1910.

Décès. 93

Haut protectorat de S. M. le Roi 93

Approbation du procès-verbal de la séance de février 94

Correspondance. 94

Dons et envois reçus 95

Présentation et élection d'un nouveau membre. 95

C. Malaise. Les contacts du Silurien et de la porphyrite de Quenast. (*Discussion.*) 96

G. Hasse. Les cours primitifs du Schyn à Anvers. (Inséré aux *Mémoires.*) . . 96

C. Malaise. Sur l'âge de la porphyrite de Quenast 97

C. Van de Wiele. Le Calcaire carbonifère et le Culm 108

L. Marchadier. Effets de la sédimentation sur la limpidité et le titre bactérien des eaux de rivière 121

F. Halet et C. Malaise. Coupe et résultats d'un nouveau puits artésien à Renaix. 124

F. Halet. Coupe géologique du puits de Calmpthoutskenhoek, près Esschen . 128

F. Halet. Étude géologique et hydrologique des puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs. (Inséré aux *Mémoires.*). 133

A. Rutot. Revision stratigraphique des ossements humains du Quaternaire de l'Europe. — Première partie : Les crânes de Grenelle et de Clichy. (Inséré aux *Mémoires.*). 133

Séance mensuelle du 20 avril 1910.

Distinctions honorifiques 135

Approbation du procès-verbal de la séance de mars 135

Correspondance. 135

IIe Congrès international d'hygiène alimentaire 136

Congrès pour le perfectionnement du matériel colonial, du 14 au 18 août 1910, à Bruxelles 137

Congrès géologique international, à Stockholm 138

Conférence agrogéologique internationale, IIe session, Stockholm, 1910 . . . 138

Dons et envois reçus 140

E. Rahir. Les Marmites du vallon du Ninglinspo, de la vallée de l'Ourthe et du ravin de Colebi 142

Discussion 162

Pages.

A. Poskin. La Rabdomancie. (*Deuxième communication.*) 163

G. Cosyns. Présentation d'échantillons du contact de la porphyrite de Quenast et du schiste encaissant 163

C. Malaise. Sur l'opportunité d'adopter une nouvelle échelle du Silurien pour la Carte géologique officielle 164

Discussion 164

E. Maillieux. Remarques sur la faune et l'horizon stratigraphique de quelques gîtes fossilifères infra-dévoniens. (Inséré aux *Mémoires.*) 165

Séance mensuelle du 17 mai 1910.

Approbation du procès-verbal de la séance d'avril. 165

Observation de M. Putzeys 165

Erratum 168

Congrès scientifique international américain 168

Exposition internationale d'hygiène. Dresde, 1911 169

Correspondance. 171

Dons et envois reçus 172

Élection de nouveaux membres effectifs 173

P. Gröber. Résultats tectoniques d'un voyage en Asie centrale. (Paraîtra aux *Mémoires.*) 173

P. Gröber. Comparaison des zones du Carboniférien de la bande des Écaussines et de la région de Modave. (Paraîtra aux *Mémoires.*) 173

G. Cosyns. Note sur le gisement de calcite et d'anthracite du Calcaire viséen des carrières des fours à chaux de Richelle. 174

X. Stainier. Sur quelques gisements de dolomies carbonifères 176

X. Stainier. Mode de formation de la grande brèche du Carbonifère . . . 188

Discussion 196

Annexe a la séance.

E. Mathieu. Compte rendu sommaire de l'excursion du 24 avril 1910 aux Carrières de Quenast 197

Séance mensuelle du 21 juin 1910.

Participation de la Société à l'Exposition internationale d'Hygiène de Dresde en 1911 205

Protestation au sujet du Procès-verbal de la séance du 17 mai 1910 205

Correspondance. 206

Dons et envois reçus 207

Discussion des travaux présentés antérieurement :

Pages.

G. Delépine. Étude sur le Calcaire carbonifère de Belgique. (*Note complémentaire.*) 210

H. de Dorlodot. Rectification à propos d'un travail du Dr Gröber 211

Communications des membres :

A. Jérome et **L. de Dorlodot.** Puissance et composition des marnes du Keuper, à Habay 212

F. Maillieux. Observations sur la nomenclature stratigraphique adoptée, en Belgique, pour le Dévonien, et conséquences qui en découlent 214

G. Richert. Les eaux souterraines de la Suède. (Inséré aux *Mémoires.*). . . 231

E.-T. Newton. Note supplémentaire relative aux débris fossiles de petits vertébrés trouvés dans les dépôts pliocènes de Tegelen-sur-Meuse . . 231

G. Schmitz, S. J., et **X. Stainier.** La géologie de la Campine avant les puits de charbonnages. (Cinquième note préliminaire.). 233

Séance mensuelle du 19 juillet 1910.

Distinctions honorifiques 241

Approbation du procès-verbal de la séance de juin 241

Correspondance. 241

Dons et envois reçus 244

Élection de nouveaux membres 246

Communications des membres :

A. Salée. Nouvelles recherches sur les Polypiers du Calcaire carbonifère de la Belgique. Le genre Caninia. (Inséré aux *Mémoires in-4°.*) 246

H. de Dorlodot. Relations entre l'échelle stratigraphique du Calcaire carbonifère de la Belgique et les zones paléontologiques d'Arthur Vaughan, d'après les recherches récentes 247

J. Lorié. Le Diluvium de l'Escaut. (Inséré aux *Mémoires.*) 290

G. Schmitz, S. J., et **X. Stainier.** La géologie de la Campine avant les puits des charbonnages. (Sixième note préliminaire.) 290

N.-J. Krischtafowitsch. Sur la dernière période glaciaire en Europe et dans l'Amérique du Nord en rapport avec la question de la cause des périodes glaciaires en général 292

Annexes.

E. Haug. Traité de géologie; tome II, fascicule 2. Système jurassique; système crétacé. (Compte rendu bibliographique par V. d. W.) 306

René d'Andrimont. Reproduction du panneau exposé à la Section d'hydrologie scientifique de l'Exposition internationale de Bruxelles 1910 : « Résumé des connaissances acquises sur la circulation des eaux dans le sol et le sous-sol. Application à la recherche et à l'utilisation des eaux souterraines pour l'alimentation ». 311

Séance mensuelle du 18 octobre 1910.

Pages

Décès de M. W. Prinz et du Profr Z Consiglieri Peclioso. 329

Distinctions honorifiques 329

Communication du Bureau 329

Approbation du procès verbal de la séance de juillet : Rectification de M. de Dorlodot 330

Correspondance. 331

Dons et envois reçus 331

H. Pohlig. Xylopsaronius. Les premières Filicinées caractérisées par la formation du bois. 335

G. Schmitz, S. J., et X. Stainier. La géologie de la Campine avant les puits des charbonnages. (Note complémentaire à la sixième note préliminaire : *Un nouveau facies du Montien en Campine.*). 340

E. Maillieux. Note sur la faune des roches rouges de Winenne 342

Séance mensuelle du 16 novembre 1910.

Distinctions honorifiques 355

Approbation du procès-verbal de la séance d'octobre. 355

Correspondance. 355

Dons et envois reçus 355

A. Rutot. Note complémentaire sur l'authenticité des ossements humains quaternaires de Grenoble et de Clichy 356

A. Rutot Note sur les nouvelles trouvailles de squelettes humains quaternaires 363

Compte rendu bibliographique.

A. Rutot, F. Putzeys et E. Putzeys. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique. 378

Général Berthaut. Topologie. Étude du terrain 380

A.-J.-W. van Waterschoot van der Gracht et collaborateurs. Les recherches du Service minier des Pays-Bas en 1909. 388

Séance mensuelle du 20 décembre 1910.

Approbation du procès-verbal de la séance mensuelle de décembre 395

Correspondance. 395

Dons et envois reçus 396

Présentation et élection de nouveaux membres 402

G. Hasse. Sables noirs dits miocènes bolderiens (*1re note complémentaire*). . 402

F. Halet. Un Service géologique et cartographique au Katanga. Son utilité et son organisation. 405

REPRODUCTION.

Pages

E. van den Broeck et E.-A. Martel. Hydrologie. Sur les conditions de filtrage efficace des eaux souterraines dans certaines formations calcaires. . 411

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE.

Jules Cornet. Géologie 414

Assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1910

Discours du Président 421

Exposé de la situation financière. 427

Budget pour 1911 429

Programme d'excursions diverses. — Session extraordinaire 429

Élections. 430

MÉMOIRES

G. Delépine. Étude sur le calcaire carbonifère de Belgique (Hainaut et région de Namur). Comparaison avec le Sud-Ouest de l'Angleterre 3

P. Gröber. Essai de comparaison entre les couches du calcaire carbonifère de Belgique et celles de l'Angleterre caractérisées par des zones à Polypiers et à Brachiopodes — Première partie : Le Tournaisien. (Planches I à III.) . . . 25

F. Halet. Étude géologique et hydrologique des puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs. (Planches IV et V.) 49

A. Rutot. Revision stratigraphique des ossements humains quaternaires de l'Europe. – Première partie : Les ossements parisiens de Grenelle et de Clichy. 123

E. Maillieux. Remarques sur la faune et l'horizon stratigraphique de quelques gîtes fossilifères infradévoniens 189

J.-G. Richert. Les eaux souterraines de la Suède. (Planches VI à XVI.). . . 221

J. Lorié. Le Diluvium de l'Escaut. (Planches XVII et XVIII.) 335

C. Malaise. Sur l'évolution de l'échelle stratigraphique du Siluro-cambrien de Belgique 415

G. Hasse. Les Schyns et l'Escaut primitifs à Anvers. (Planches XIX à XXI.) . 439

INDEX ET TABLES

Pages.

Liste générale des membres pour 1910 I

Collections de périodiques existant à la Bibliothèque au 31 décembre 1910. . XXV

Index alphabétique des **localités belges** au sujet desquelles le présent volume fournit des renseignements géologiques, paléontologiques et hydrologiques . XLI

Table des matières des **communications scientifiques**, disposées systématiquement et par ordre de **chronologie géologique** LIII

Table générale des matières du tome XXIV (1910) LVII

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

C. Malaise. Sur l'évolution de l'échelle stratigraphique du Siluro-cambrien de Belgique 415

Georges Hasse. Les Schijns et l'Escaut primitifs à Anvers (Planches XIX à XXI). 439

INDEX ET TABLES.

Collections de périodiques existant à la Bibliothèque au 31 décembre 1910 XXV

Index alphabétique des **localités belges** au sujet desquelles le présent volume fournit des renseignements géologiques, paléontologiques et hydrologiques . XLI

Table des matières des **communications scientifiques**, disposées systématiquement et par ordre de **chronologie géologique**. LIII

Table générale des matières du tome XXIV (1910) LVII

The Heckman Bindery, Inc.
N. Manchester, Ind.
JUN 1958
"Bound To Please"

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01368 3941